

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Hideaki Yaguchi, *et al.*
Serial No. : Unassigned
Filed : Herewith
For : MOTOR CONTROL APPARATUS AND
MOTOR CONTROL METHOD
Group Art Unit : To Be Assigned
Examiner : To Be Assigned

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

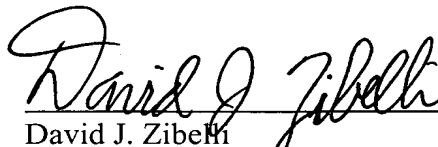
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Convention Priority from Japanese Patent Application No. 2003-008401 filed on January 16, 2003, is claimed in the above-referenced application. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Dated: January 16, 2004



David J. Zibeth
Registration No. 36,394

KENYON & KENYON
1500 K Street, N.W. - Suite 700
Washington, DC 20005
Tel: (202) 220-4200
Fax: (202) 220-4201

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年 1月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2003-008401

[ST.10/C]:

[JP2003-008401]

出 願 人
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

E

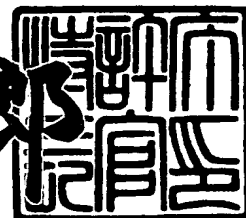
TSN02-5938

TSN03-255

2003年 6月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3049993

【書類名】 特許願
【整理番号】 1022074
【提出日】 平成15年 1月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01D 5/245
G01B 7/30

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 矢口 英明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 横山 聡一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000003207
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746
【弁理士】
【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132
【弁理士】
【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100112715
【弁理士】
【氏名又は名称】 松山 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100112852

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 正

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209333

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 モータが矩形波制御されているときの前記モータの回転子の回転位置を検出する回転位置センサーと、

前記矩形波制御における基準時から前記モータの各制御タイミングまでの時間差により前記回転位置センサーの出力を補正する補正手段と、

前記補正手段により補正された前記回転位置センサーの出力に基づいて前記モータを矩形波制御する制御手段とを備えるモータ制御装置。

【請求項 2】 前記補正手段は、前記モータの各相に電圧を印加する期間を決定する電圧位相指令が変化した場合、前記電圧位相指令の変化分を含めて前記回転位置センサーの出力を補正する、請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】 前記補正手段は、前記回転子の回転数が変化した場合、前記回転数の変化を含めて前記回転位置センサーの出力を補正する、請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】 前記補正手段は、前記モータの各相に電圧を印加する期間を決定する電圧位相指令の変化分および前記回転子の回転数の変化分を含めて前記回転位置センサーの出力を補正する、請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 5】 前記補正手段は、前回の制御周期において前記回転子が 1 回転する時間と今回の制御周期において前記回転子が 1 回転する時間とを用いて前記回転数の変化を含めた補正を行なう、請求項 3 または請求項 4 に記載のモータ制御装置。

【請求項 6】 前記補正手段は、前記モータの制御方式に応じて前記回転位置センサーの出力を補正する、請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、レゾルバの出力を補正してモータを制御するモータ制御装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

回転磁界によりモータの回転子を連続して回転するために回転子の位置を検出することが行なわれている。そして、この回転子の位置検出は、回転軸に取付けられたレゾルバにより行われる。

【0 0 0 3】

すなわち、レゾルバは、回転する回転子の位置を検出し、回転子の各位置に対応する位置信号をアナログ信号として出力する。コンピュータのCPU (Central Processing Unit) は、レゾルバからのアナログ信号をデジタル信号に変換し、その変換したデジタル信号に基づいて、回転磁界を生成するための交流電流を回転子の外周部に設けられたステータコイル（通常、3相コイルから成る。）に流す駆動信号を生成してインバータへ出力する。インバータは、CPUからの駆動信号に基づいて、ステータコイルの各相に所定のタイミングで所定の交流電流を流す。これにより、ステータコイルは、回転磁界を生成し、回転子は、ステータコイルからの回転磁界により回転する。

【0 0 0 4】

しかし、レゾルバは、通常、0.5次誤差および1次誤差等の誤差を生じるので、レゾルバからの出力は、時間とともに直線的に回転角が大きくなる特性を示さない。また、回転子の回転速度の変動がレゾルバの出力誤差として生じることもある。

【0 0 0 5】

そこで、特開2001-165707号公報には、レゾルバからの出力誤差を回転速度を用いて補正する技術が開示されている。

【0 0 0 6】

【特許文献1】

特開2001-165707号公報

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特開2001-165707号公報には、回転速度を用いて補正され

たレゾルバの出力を用いてモータを制御することが開示されていないため、モータ制御として改善されないという問題がある。

【0008】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、レゾルバの出力を補正し、その補正したレゾルバの出力を用いてモータを制御するモータ制御装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

この発明によれば、モータ制御装置は、回転位置センサーと、補正手段と、制御手段とを備える。回転位置センサーは、モータが矩形波制御されているときのモータの回転子の回転位置を検出する。補正手段は、矩形波制御における基準時からモータの各制御タイミングまでの時間差により回転位置センサーの出力を補正する。制御手段は、補正手段により補正された回転位置センサーの出力に基づいてモータを矩形波制御する。

【0010】

好ましくは、補正手段は、モータの各相に電圧を印加する期間を決定する電圧位相指令が変化した場合、電圧位相指令の変化分を含めて回転位置センサーの出力を補正する。

【0011】

好ましくは、補正手段は、回転子の回転数が増加した場合、回転数の変化を含めて回転位置センサーの出力を補正する。

【0012】

好ましくは、補正手段は、モータの各相に電圧を印加する期間を決定する電圧位相指令の変化分および回転子の回転数の変化分を含めて回転位置センサーの出力を補正する。

【0013】

好ましくは、補正手段は、前回の制御周期において回転子が1回転する時間と今回の制御周期において回転子が1回転する時間とを用いて回転数の変化を含めた補正を行なう。

【0014】

好ましくは、補正手段は、モータの制御方式に応じて回転位置センサーの出力を補正する。

【0015】

この発明によるモータ制御装置においては、矩形波制御における基準時からモータの各制御タイミングまでの時間差により回転位置センサーの出力が補正される。また、モータの各相の電圧位相指令の変化を考慮して回転位置センサーの出力が補正される。さらに、モータの回転数の変化を考慮して回転位置センサーの出力が補正される。さらに、モータの各相の電圧位相指令の変化およびモータの回転数の変化を考慮して回転位置センサーの出力が補正される。

【0016】

そして、各方法により補正された回転位置センサーの出力を用いてモータの矩形波制御が行なわれる。

【0017】

したがって、この発明によれば、回転位置センサーの出力が誤差を含んでいても制御破綻を防止してモータを駆動できる。また、モータの各相の電圧位相指令またはモータの回転数が変化しても制御破綻を防止してモータを駆動できる。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0019】

〔実施の形態1〕

図1を参照して、この発明の実施の形態1によるモータ制御装置100は、直流電源Bと、インバータ10、20と、コンデンサ30と、レゾルバ40、50と、電流センサー60、70と、制御装置80とを備える。

【0020】

インバータ10は、U相アーム11、V相アーム12およびW相アーム13から成る。U相アーム11、V相アーム12およびW相アーム13は、ノードN1

とノードN2との間に並列に接続される。

【0021】

U相アーム11は、直列接続されたNPNトランジスタQ3、Q4から成り、V相アーム12は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6から成り、W相アーム13は、直列接続されたNPNトランジスタQ7、Q8から成る。また、各NPNトランジスタQ3～Q8のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD3～D8がそれぞれ接続されている。

【0022】

インバータ20は、U相アーム21、V相アーム22およびW相アーム23から成る。U相アーム21、V相アーム22およびW相アーム23は、ノードN1とノードN2との間に並列に接続される。

【0023】

U相アーム21は、直列接続されたNPNトランジスタQ9、Q10から成り、V相アーム22は、直列接続されたNPNトランジスタQ11、Q12から成り、W相アーム23は、直列接続されたNPNトランジスタQ13、Q14から成る。また、各NPNトランジスタQ9～Q14のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD9～D14がそれぞれ接続されている。

【0024】

インバータ10の各相アームの中間点は、交流モータM1の各相コイルの各相端に接続されている。インバータ20の各相アームの中間点は、交流モータM2の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータM1、M2は、3相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成される。そして、交流モータM1のU相コイルの他端がNPNトランジスタQ3、Q4の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ5、Q6の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ7、Q8の中間点にそれぞれ接続されている。また、交流モータM2のU相コイルの他端がNPNトランジスタQ9、Q10の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ11、Q12の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ13、Q

1 4 の中間点にそれぞれ接続されている。

【 0 0 2 5 】

コンデンサ 3 0 は、ノード N 1 とノード N 2 との間にインバータ 1 0, 2 0 に並列に接続される。

【 0 0 2 6 】

直流電源 B は、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。インバータ 1 0 は、制御装置 8 0 からの駆動信号 D R V 1 に基づいて、コンデンサ 3 0 からの直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M 1 を駆動する。インバータ 2 0 は、制御装置 8 0 からの駆動信号 D R V 2 に基づいて、コンデンサ 3 0 からの直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M 2 を駆動する。

【 0 0 2 7 】

コンデンサ 3 0 は、直流電源 B からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 1 0, 2 0 へ供給する。レゾルバ 4 0 は、交流モータ M 1 の回転軸に取付けられており、交流モータ M 1 の回転子の回転角度 θ_{bn1} を検出して制御装置 8 0 へ出力する。レゾルバ 5 0 は、交流モータ M 2 の回転軸に取付けられており、交流モータ M 2 の回転子の回転角度 θ_{bn2} を検出して制御装置 8 0 へ出力する。

【 0 0 2 8 】

電流センサー 6 0 は、交流モータ M 1 に流れるモータ電流 M C R T 1 を検出し、その検出したモータ電流 M C R T 1 を制御装置 8 0 へ出力する。電流センサー 7 0 は、交流モータ M 2 に流れるモータ電流 M C R T 2 を検出し、その検出したモータ電流 M C R T 2 を制御装置 8 0 へ出力する。

【 0 0 2 9 】

なお、図 1 においては、電流センサー 6 0, 7 0 は、それぞれ、3 個設けられているが、少なくとも 2 個設けられればよい。

【 0 0 3 0 】

制御装置 8 0 は、レゾルバ 4 0 からの回転角度 θ_{bn1} を後述する方法により補正する。そして、制御装置 8 0 は、補正した回転角度 θ_{n1} と、外部 E C U (E l e c t r i c a l C o n t r o l U n i t) からのトルク指令値 T R 1

とを用いてインバータ10のNPNトランジスタQ3～Q8を駆動するための駆動信号DRV1を生成し、その生成した駆動信号DRV1をNPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0031】

また、制御装置80は、レゾルバ50からの回転角度 θ_{bn2} を後述する方法により補正する。そして、制御装置80は、補正した回転角度 θ_{n2} と、外部ECUからのトルク指令値TR2とを用いてインバータ20のNPNトランジスタQ9～Q14を駆動するための駆動信号DRV2を生成し、その生成した駆動信号DRV2をNPNトランジスタQ9～Q14へ出力する。

【0032】

図2は、駆動信号DRV1, 2を生成する制御装置80の機能を説明するための機能ブロック図を示す。図2を参照して、制御装置80は、角度補正部81と、電流変換部82と、減算器83と、PI制御部84と、回転速度演算部85と、速度起電力予測演算部86と、加算器87と、変換部88と、駆動信号生成部89とを含む。

【0033】

角度補正部81は、レゾルバ40（または50）から出力された回転角度 θ_{bn} （ θ_{bn1} または θ_{bn2} ）を受け、その受けた回転角度 θ_{bn} を後述する方法によって補正し、その補正した角度 θ_n （ θ_{n1} または θ_{n2} ）を電流変換部82、回転速度演算部85および変換部88へ出力する。

【0034】

電流変換部82は、電流センサー60（または70）が検出したモータ電流MCRT1（またはMCRT2）を角度補正部81からの角度 θ_{n1} （または θ_{n2} ）を用いて三相二相変換する。つまり、電流変換部82は、交流モータM1（またはM2）の3相コイルの各相に流れる3相のモータ電流MCRT1（またはMCRT2）を角度 θ_{n1} （または θ_{n2} ）を用いてd軸およびq軸に流れる電流値 I_d , I_q に変換して減算器83へ出力する。

【0035】

減算器83は、交流モータM1（またはM2）がトルク指令値TR1（または

TR2) によって指定されたトルクを出力するための電流指令値 I_d^* , I_q^* から、電流変換部 82 からの電流値 I_d , I_q を減算して偏差 ΔI_d , ΔI_q を演算する。PI 制御部 84 は、偏差 ΔI_d , ΔI_q に対して PI ゲインを用いてモータ電流調整用の操作量を演算する。

【0036】

回転速度演算部 85 は、角度補正部 85 からの角度 θ_{n1} (または θ_{n2}) に基づいて交流モータ M1 (または M2) の回転速度を演算し、その演算した回転速度を速度起電力予測演算部 86 へ出力する。速度起電力予測演算部 86 は、回転速度演算部 85 からの回転速度に基づいて速度起電力の予測値を演算する。

【0037】

加算器 87 は、PI 制御部 84 からのモータ電流調整用の操作量と、速度起電力予測演算部 86 からの速度起電力の予測値とを加算して電圧操作量 V_d , V_q を演算する。変換部 88 は、加算器 87 からの電圧操作量 V_d , V_q を角度補正部 81 からの回転角度 θ_{n1} (または θ_{n2}) を用いて二相三相変換する。つまり、変換部 88 は、d 軸および q 軸に印加する電圧の操作量 V_d , V_q を回転角度 θ_{n1} (または θ_{n2}) を用いて交流モータ M1 (または M2) の 3 相コイル (U 相コイル、V 相コイルおよび W 相コイル) に印加する電圧の操作量に変換する。駆動信号生成部 89 は、変換部 88 からの出力に基づいて駆動信号 DRV1, DRV2 を生成する。

【0038】

図 3 および図 4 を参照して、角度補正部 81 における角度の補正方法について説明する。図 3 は、矩形波制御における交流モータ M1, M2 の U 相、V 相および W 相のスイッチング指令を示す。レゾルバ 40, 50 の 1 回転 (360 度) は、電気角では 720 度に相当するので、U 相、V 相および W 相の各相は、180 度ごとにスイッチング指令が反転される。したがって、交流モータ M1, M2 においては、U 相、V 相および W 相の全体では、60 度ごとにスイッチングが切換えられる。

【0039】

この 60 度ごとのスイッチングの時間間隔は、レゾルバ 40, 50 に誤差がな

い場合、等しくなる（ただし、回転速度は一定と仮定している）。そこで、U相を基準にして60度ごとの各スイッチングタイミングまでの時間を測定し、その測定した時間を用いてレゾルバ40, 50の誤差を補正する。

【0040】

上述したようにレゾルバ40, 50の1回転は、720度の電気角に相当するので、この720度の電気角を1周期とする。そうすると、この1周期中に12個のスイッチングタイミングが存在する。したがって、角度補正部81は、レゾルバ40（または50）からの角度 θ_{bn} が60度、120度、180度、240度、300度、360度、・・・、660度、720度（0度）を示すまでの時間 T_1 , T_2 , ..., T_{12} を内蔵したタイマーによって測定する。

【0041】

そして、角度補正部81は、測定した時間 T_1 , T_2 , ..., T_{12} を次式に代入して60度、120度、180度、240度、300度、360度、・・・、660度および720度（0度）の各角度における誤差 $\Delta\theta_n$ ($n=1\sim11$)を演算する。

【0042】

【数1】

$$\Delta\theta_n = n \times 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_n}{T_{12}} \quad \dots (1)$$

【0043】

図4を参照して、60度の角度補正について説明する。レゾルバ40, 50の出力が直線 k_1 によって示される真の位置を示している場合、レゾルバ40, 50からの角度が60度になったタイミング t_1 でスイッチングを切換えると、スイッチング指令DRTSWの立下りに同期してスイッチングを切換えることができる。

【0044】

しかし、レゾルバ40, 50からの出力が曲線 k_2 によって示されるように、真の位置からずれた位置を示す場合、レゾルバ40, 50からの角度が60度になったタイミング t_2 でスイッチングを切換えると、スイッチング指令DRTS

Wの立下りよりも ΔT だけ遅れたタイミングでスイッチングを切換えることになり、U相コイルに交流電流を流す期間が長くなってしまう。

【0045】

そこで、スイッチング指令DRTSWの立下りでスイッチングを切換えるようにするためには、タイミング t_1 における曲線 k_2 上の角度 θ_1 を求め、レゾルバ40, 50からの角度が θ_1 になったタイミングでスイッチングを切換えるようにすればよい。

【0046】

角度補正部81が測定した時間 T_1 は、0からタイミング t_2 までの時間であるので、 $720^\circ \times T_1 / T_{12}$ は、直線 k_1 上では 60° からずれた角度を示す。そして、直線 k_1 上でのずれ角 $\Delta\theta_1$ は、 $60^\circ - 720^\circ \times T_1 / T_{12}$ を演算することにより得られる。つまり、測定した時間 T_1 および T_{12} と、 $n=1$ とを式(1)に代入することにより、ずれ角 $\Delta\theta_1$ は演算される。

【0047】

この演算したずれ角 $\Delta\theta_1$ は、タイミング t_1 における直線 k_1 上の角度と曲線 k_2 上の角度との差にほぼ等しいので、求める角度 θ_1 は、 $60^\circ + \Delta\theta_1$ になる。

【0048】

したがって、レゾルバ40, 50からの角度が角度 θ_1 になったタイミングでスイッチングを切換えることにより、レゾルバ40, 50からの出力が誤差を含んでいてもスイッチング指令DRTSWの立下りに同期してスイッチングを切換えることができる。

【0049】

同様に、直線 k_1 上の 120° を曲線 k_2 上の角度に補正すると、 $2 \times 60^\circ + \Delta\theta_2$ となり、一般に、直線 k_1 上の $n \times 60^\circ$ を曲線 k_2 上の角度に補正すると、次式になる。

【0050】

【数 2】

$$\theta_n = n \times 60^\circ + \Delta\theta_n \quad \dots (2)$$

【0051】

したがって、角度補正部 81 は、レゾルバ 40, 50 からの角度が 60 度, 120 度, ..., 660 度, 720 度 (0 度) になる時間 $T_1, T_2, \dots, T_{11}, T_{12}$ を測定し、測定した時間 $T_1, T_{12}; T_2, T_{12}; \dots; T_{11}, T_{12}$ を式 (1) に代入して、ずれ角 $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \dots, \Delta\theta_{11}$ を演算する。そして、角度補正部 81 は、演算したずれ角 $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \dots, \Delta\theta_{11}$ を式 (2) に代入して補正した角度 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{11}$ を求める。

【0052】

なお、直線 k_1 上の 720 度の角度は補正されないが、これは次の理由による。すなわち、一般に、レゾルバの誤差 (0.5 次誤差および 1 次誤差等) は、角度 0 度および 720 度においては、真の角度に一致し、0 度および 720 度以外の角度が真の角度からずれるような誤差であるので、720 度の角度を補正する必要がないからである。したがって、角度補正部 81 は、計測した時間 T_{12} が直線 k_1 上の 720 度を示すものとして式 (1) を用いて角度 60 度、120 度、..., 660 度の各々におけるずれ角 $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \dots, \Delta\theta_{11}$ を演算する。

【0053】

また、上述した角度補正は、1 つの周期 (0 度から 720 度) で時間 $T_1 \sim T_{12}$ を実測し、その実測した時間 $T_1 \sim T_{12}$ を用いて 60 度ごとの角度補正を行ない、次の 1 周期 (0 度から 720 度) において、補正した角度を用いて交流モータ M_1, M_2 の各相のスイッチング指令を切替える。

【0054】

図 5 を参照して、実施の形態 1 における角度の補正方法について説明する。一連の動作が開始されると、角度補正部 81 は、 $n = 0$ に設定し (ステップ S1)、その後、 $n = n + 1$ 、つまり、 $n = 1$ に設定する (ステップ S2)。そして、

スイッチング割り込みが発生する（ステップ S 3）。その後、角度補正部 8 1 は、レゾルバ 4 0、5 0 からの回転角度 θ_{bn} (θ_{bn1} または θ_{bn2}) に基づいて、角度が 6 0 度になる時間 T 1 を計測する（ステップ S 4）。そして、角度補正部 8 1 は、 $n = 1, 2$ か否かを判定し（ステップ S 5）、 $n = 1, 2$ でないとき、ステップ S 2 ～ステップ S 5 が繰返し実行される。すなわち、時間 T 1 ～T 1 2 の全てを計測するまでステップ S 2 ～ステップ S 5 が繰返し実行される。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 5 において $n = 1, 2$ であると判定されると、角度補正部 8 1 は、式（1）および（2）により 6 0 度ごとの角度補正を行なう（ステップ S 6）。これにより、角度を補正する動作が終了する。

【 0 0 5 6 】

再び、図 1 および図 2 を参照して、モータ制御装置 1 0 0 の動作について説明する。一連の動作が開始されると、レゾルバ 4 0 は、交流モータ M 1 の回転子の回転角度 θ_{bn1} を検出して制御装置 8 0 へ出力し、レゾルバ 5 0 は、交流モータ M 2 の回転子の回転角度 θ_{bn2} を検出して制御装置 8 0 へ出力する。電流センサー 6 0 は、交流モータ M 1 の各相に流れるモータ電流 MCRT 1 を検出して制御装置 8 0 へ出力し、電流センサー 7 0 は、交流モータ M 2 の各相に流れるモータ電流 MCRT 2 を検出して制御装置 8 0 へ出力する。

【 0 0 5 7 】

制御装置 8 0 は、外部 ECU から受けたトルク指令値 TR 1 に応じて、交流モータ M 1 がトルク指令値 TR 1 によって指定されたトルクを出力するための電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* を演算する。また、制御装置 8 0 は、外部 ECU から受けたトルク指令値 TR 2 に応じて、交流モータ M 2 がトルク指令値 TR 2 によって指定されたトルクを出力するための電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* を演算する。

【 0 0 5 8 】

そうすると、角度補正部 8 1 は、レゾルバ 4 0 からの回転角度 θ_{bn1} に基づいて時間 T 1 ～T 1 2 を測定し、その測定した時間 T 1 ～T 1 2 を用いて、上述した方法によって角度 θ_{bn1} を補正し、その補正した角度 θ_{n1} を電流変換部

82、回転速度演算部85および変換部88へ出力する。また、角度補正部81は、レゾルバ50からの回転角度 θ_{bn2} に基づいて時間 $T1 \sim T12$ を測定し、その測定した時間 $T1 \sim T12$ を用いて、上述した方法によって角度 θ_{bn2} を補正し、その補正した角度 θ_{n2} を電流変換部82、回転速度演算部85および変換部88へ出力する。

【0059】

電流変換部82は、角度補正部81からの角度 θ_{n1} を用いて電流センサー60からのモータ電流 $MCRT1$ を交流モータM1のd軸およびq軸に流れる電流値 I_{d1} 、 I_{q1} に変換する。また、電流変換部82は、角度補正部81からの角度 θ_{n2} を用いて電流センサー70からのモータ電流 $MCRT2$ を交流モータM2のd軸およびq軸に流れる電流値 I_{d2} 、 I_{q2} に変換する。

【0060】

減算器83は、制御装置80によって演算された電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* から電流変換部82によって変換された電流値 I_{d1} 、 I_{q1} を減算し、偏差 ΔI_{d1} 、 ΔI_{q1} を演算する。また、減算器83は、制御装置80によって演算された電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* から電流変換部82によって変換された電流値 I_{d2} 、 I_{q2} を減算し、偏差 ΔI_{d2} 、 ΔI_{q2} を演算する。

【0061】

PI制御部84は、偏差 ΔI_{d1} 、 ΔI_{q1} に対してPIゲインを用いて交流モータM1のモータ電流調整用の操作量を演算する。また、PI制御部84は、偏差 ΔI_{d2} 、 ΔI_{q2} に対してPIゲインを用いて交流モータM2のモータ電流調整用の操作量を演算する。

【0062】

一方、回転速度演算部85は、角度補正部81からの角度 θ_{n1} に基づいて交流モータM1の回転速度 ω_{01} を演算する。また、回転速度演算部85は、角度補正部81からの角度 θ_{n2} に基づいて交流モータM2の回転速度 ω_{02} を演算する。速度起電力予測演算部86は、回転速度演算部85からの回転速度 ω_{01} に基づいて交流モータM1における速度起電力の予測値を演算する。また、速度起電力予測演算部86は、回転速度演算部85からの回転速度 ω_{02} に基づいて

交流モータM2における速度起電力の予測値を演算する。

【0063】

そうすると、加算器87は、PI制御部84からの交流モータM1のモータ電流調整用の操作量に、速度起電力予測演算部86からの交流モータM1における速度起電力の予測値を加算して交流モータM1の電圧操作量 V_d1 、 V_q1 を演算する。また、加算器87は、PI制御部84からの交流モータM2のモータ電流調整用の操作量に、速度起電力予測演算部86からの交流モータM2における速度起電力の予測値を加算して交流モータM2の電圧操作量 V_d2 、 V_q2 を演算する。

【0064】

変換部88は、角度補正部81からの角度 θ_{n1} を用いて加算器87からの電圧操作量 V_d1 、 V_q1 を二相三相変換して電圧 V_u1 、 V_v1 、 V_w1 を演算する。また、変換部88は、角度補正部81からの角度 θ_{n2} を用いて加算器87からの電圧操作量 V_d2 、 V_q2 を二相三相変換して電圧 V_u2 、 V_v2 、 V_w2 を演算する。駆動信号生成部89は、変換部88からの電圧 V_u1 、 V_v1 、 V_w1 に基づいて駆動信号DRV1を生成し、変換部88からの電圧 V_u2 、 V_v2 、 V_w2 に基づいて駆動信号DRV2を生成する。そして、駆動信号生成部89は、生成した駆動信号DRV1をNPNトランジスタQ3～Q8へ出力し、生成した駆動信号DRV2をNPNトランジスタQ9～Q14へ出力する。

【0065】

NPNトランジスタQ3～Q8は、駆動信号DRV1に応じてオン／オフされ、インバータ10は、スイッチング指令DRTSWの本来の立上りおよび立下りに同期して交流モータM1の各相に流れる電流をスイッチングする。また、NPNトランジスタQ9～Q14は、駆動信号DRV2に応じてオン／オフされ、インバータ20は、スイッチング指令DRTSWの本来の立上がりおよび立下りに同期して交流モータM2の各相に流れる電流をスイッチングする。

【0066】

これにより、レゾルバ40、50の出力に誤差が含まれていても、レゾルバ40、50の誤差を補正してスイッチング指令の本来の立上りおよび立下りに同期

して交流モータM1, M2を駆動できる。

【0067】

図6は、交流モータM1において電力変動が生じた場合の交流モータM2における電圧および電流の変動を、レゾルバ40, 50の出力を補正した場合と補正しない場合とについて示す。信号SG1, SG2は、レゾルバ40, 50の出力を補正しない場合を示し、信号SG3, SG4は、レゾルバ40, 50の出力を補正した場合について示す。

【0068】

図6を参照して、レゾルバ40, 50の出力を補正しない場合、交流モータM2における電圧SG1および電流SG2は、時間の経過とともに大きく振動し、最終的に制御破綻に到る。一方、レゾルバ40, 50の出力を補正した場合、交流モータM2における電圧SG3は、全時間にわたって振動が非常に小さく、電流SG4は、殆ど変動しない。

【0069】

このように、スイッチングタイミング間の時間差によりレゾルバの出力を補正することにより、安定して交流モータM1, M2を駆動できる。そして、2つの交流モータM1, M2を駆動している場合、一方の交流モータM1において電力変動が生じても他方の交流モータM2へ電力変動が伝達されることが殆どなく、制御破綻が生じるのを防止できる。

【0070】

なお、上記においては、交流モータM1, M2のU相を基準にして時間T1～T12を測定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、V相またはW相を基準にして時間T1～T12を測定してもよい。

【0071】

〔実施の形態2〕

図7を参照して、実施の形態2によるモータ制御装置100Aは、モータ制御装置100の制御装置80を制御装置80Aに代えたものであり、その他は、モータ制御装置100と同じである。

【0072】

図8を参照して、制御装置80Aは、制御装置80の角度補正部81に代えて角度補正部81Aを含む。

【0073】

角度補正部81Aは、交流モータM1、M2の各相の電圧位相指令の変動を含めてレゾルバ40、50からの回転角度 θ_{bn1} 、2を補正する。すなわち、角度補正部81Aは、レゾルバ40、50からの回転角度 θ_{bn1} （または回転角度 θ_{bn2} ）と、変換部88からの電圧位相指令 V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1} （または電圧位相指令 V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} ）とに基づいて回転角度 θ_{bn} を補正する。

【0074】

図9を参照して、角度補正部81Aにおける回転角度 θ_{bn1} 、2の補正方法について説明する。交流モータM1、M2のトルク指令値 $TR1$ 、2が変動すると、各相のスイッチング指令DRTSWは、180度ごとの切換えタイミングが変動する。すなわち、トルク指令値 $TR1$ 、2が高くなると、スイッチング指令DRTSWの立下りタイミングは、本来の180度に対応するポイントP1よりも前側のポイントP2にずれる。また、トルク指令値 $TR1$ 、2が低くなると、スイッチング指令DRTSWの立下りタイミングは、ポイントP1よりも後側のポイント（図示せず）にずれる。

【0075】

このように、トルク指令値 $TR1$ 、2が変動すると、交流モータM1、M2の各相の電圧位相指令の180度ごとのスイッチングタイミングがずれる。そこで、実施の形態2においては、実施の形態1において説明した60度ごとの角度補正を、電圧位相指令の変動を含めて行なう。

【0076】

180度におけるスイッチング指令DRTSWの立下りがポイントP1からポイントP2へずれた場合、角度補正部81Aは、変換部88からの電圧位相指令 V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1} または V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} （すなわち、スイッチング指令DRTSW）に基づいて角度 $\Delta\theta_{sw}$ およびずれ角 $\Delta\theta_v$ を検出して保持している。また、角度補正部81Aは、内蔵したタイマーにより時間 $T1 \sim T1$

2を測定するので、時間 T_2 と時間 T_3 とから時間 ΔT_{sw} を演算することができる。

【0077】

そうすると、角度補正部81Aは、角度 θ_{sw} 、ずれ角 $\Delta\theta_v$ および時間 ΔT_{sw} を次式に代入して時間 ΔT_v を求める。

【0078】

【数3】

$$\Delta T_v = \frac{\Delta\theta_v}{\Delta\theta_{sw}/\Delta T_{sw}} \quad \dots(3)$$

【0079】

電圧位相指令の変動は、180度ごと、すなわち、1周期内では180度、360度、540度および720度(0度)において発生する。したがって、720度の角度を示す時間は、式(3)により演算した時間 ΔT_v と実測した時間 T_{12} とを加えた時間になる。また、電圧位相指令の変動は180度以降の各スイッチングタイミングに影響を与えるので、角度補正部81Aは、式(1)に代えて次式を用いて各角度におけるずれ角 $\Delta\theta_n$ を演算する。

【0080】

【数4】

$$\left. \begin{aligned} \Delta\theta_1 &= 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_1}{T_{12} + \Delta T_v} \\ \Delta\theta_2 &= 2 \times 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_2}{T_{12} + \Delta T_v} \\ \Delta\theta_n &= n \times 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_n + \Delta T_v}{T_{12} + \Delta T_v} \\ (n &= 3 \sim 11) \end{aligned} \right\} \quad \dots(4)$$

【0081】

そして、角度補正部81Aは、演算したずれ角 $\Delta\theta_n$ を式(2)に代入して60度ごとの角度補正を行なう。

【0082】

このように、角度補正部 81A は、レゾルバ 40, 50 からの回転角度 θ_{bn1} (または θ_{bn2}) が 60 度、120 度、・・・、660 度および 720 度になるまでの時間 $T1 \sim T12$ を測定し、その測定した時間 $T2, T3$ を用いて 180 度、360 度、540 度および 720 度 (0 度) における電圧位相指令のずれ時間 ΔT_v を演算する。そして、角度補正部 81A は、演算したずれ時間 ΔT_v を用いて、180 度、240 度、300 度、360 度、420 度、480 度、540 度、600 度、660 度および 720 度になる時間をそれぞれ $T3 + \Delta T_v$ 、 $T4 + \Delta T_v$ 、 $T5 + \Delta T_v$ 、 $T6 + \Delta T_v$ 、 $T7 + \Delta T_v$ 、 $T8 + \Delta T_v$ 、 $T9 + \Delta T_v$ 、 $T10 + \Delta T_v$ 、 $T11 + \Delta T_v$ および $T12 + \Delta T_v$ と補正し、その補正した時間 $T3 + \Delta T_v$ 、 $T4 + \Delta T_v$ 、 $T5 + \Delta T_v$ 、 $T6 + \Delta T_v$ 、 $T7 + \Delta T_v$ 、 $T8 + \Delta T_v$ 、 $T9 + \Delta T_v$ 、 $T10 + \Delta T_v$ 、 $T11 + \Delta T_v$ および $T12 + \Delta T_v$ と、実測した時間 $T1, T2$ とを用いて、60 度ごとの各角度におけるずれ角 $\Delta \theta_n$ を演算する。角度補正部 81A は、ずれ角 $\Delta \theta_n$ を演算すると、その演算したずれ角 $\Delta \theta_n$ を式 (2) に代入して 60 度ごとの角度補正を行なう。

【0083】

このように、角度補正部 81A は、60 度ごとの各角度におけるずれ角 $\Delta \theta_n$ を演算するために電圧位相指令の変動を考慮することを特徴とする。

【0084】

図 10 を参照して、実施の形態 2 における角度の補正方法について説明する。図 10 に示すフローチャートは、図 5 に示すフローチャートのステップ S6 を削除し、ステップ S7, S8 を追加したものであり、その他は図 5 に示すフローチャートと同じである。時間 $T1 \sim T12$ の計測が終了すると (ステップ S5)、角度補正部 81A は、上述した式 (3) を用いて電圧位相指令が変化したときの補正值 ΔT_v を演算し (ステップ S7)、その演算した補正值 ΔT_v および計測した時間 $T1 \sim T12$ を上述した式 (4) に代入して 60 度ごとのずれ角 $\Delta \theta_n$ を演算する。そして、角度補正部 81A は、演算したずれ角 $\Delta \theta_n$ を式 (2) に代入して 60 度ごとの角度補正を行なう (ステップ S8)。これにより、電圧位相指令の変化を考慮した 60 度ごとの角度補正の動作が終了する。

【 0 0 8 5 】

モータ制御装置 1 0 0 A における全体動作は、モータ制御装置 1 0 0 の全体動作において、角度補正部 8 1 の動作を上述した角度補正部 8 1 A の動作に代えたものであり、その他は、モータ制御装置 1 0 0 の動作と同じである。

【 0 0 8 6 】

その他は、実施の形態 1 と同じである。

〔実施の形態 3〕

図 1 1 を参照して、実施の形態 3 によるモータ制御装置 1 0 0 B は、モータ制御装置 1 0 0 の制御装置 8 0 を制御装置 8 0 B に代えたものであり、その他は、モータ制御装置 1 0 0 と同じである。

【 0 0 8 7 】

図 1 2 を参照して、制御装置 8 0 B は、制御装置 8 0 の角度補正部 8 1 に代えて角度補正部 8 1 B を含む。

【 0 0 8 8 】

角度補正部 8 1 B は、レゾルバ 4 0, 5 0 の回転数の変動を含めて 6 0 度ごとの角度補正を行なう。図 1 3 を参照して、回転数の変動がない場合、回転角度 θ_{bn} (θ_{bn1} または θ_{bn2}) は、直線 k 3 に従って時間とともにリニアに増加する。しかし、回転数が変動した場合、回転角度 θ_{bn} は、曲線 k 4 によって表わされるように時間に対してリニアに増加しない。

【 0 0 8 9 】

この発明においては、基準位置での回転速度を ω_{12}' とし、レゾルバ 4 0, 5 0 が 7 2 0 度回転したときの回転速度、すなわち、時間 T 1 2 における回転速度を ω_{12} とした場合、回転数は、直線 k 5 によって表わされるように 0 から時間 T 1 2 までの期間において ω_{12}' から ω_{12} へ平均的に減少したと仮定する。つまり、回転速度の加速度を一定として 6 0 度ごとに $\Delta \omega_{12} / 12$ づつ回転数が減少したとする。

【 0 0 9 0 】

そうすると、6 0 度においては、回転速度は、 ω_{12}' から $\omega_{12}' + \Delta \omega_{12} / 12$ へ変動するので、次式が成立する。

【 0 0 9 1 】

【 数 5 】

$$T1 = \frac{60^\circ}{\omega 12' + \Delta \omega 12 / 12} \quad \dots (5)$$

【 0 0 9 2 】

角度補正部 8 1 B は、時間 T 1 を実測するので、その実測した時間 T 1 から 6 0 度ごとの回転数の変化割合 $\Delta \omega 12 / 12$ を演算できる。回転数の変動がない場合の最初のスイッチングタイミングまでの時間 T 1 * は $T 1 * = 60^\circ / \omega 12'$ であり、この式を式 (5) を用いて変形すると次式になる。

【 0 0 9 3 】

【 数 6 】

$$T1* = T1 \times \frac{\omega 12' + \Delta \omega 12 / 12}{\omega 12'} \quad \dots (6)$$

【 0 0 9 4 】

回転数 $\omega 12'$ は既知であるので、実測した時間 T 1 と、演算した回転数の変化割合 $\Delta \omega 12 / 12$ を式 (6) に代入すれば時間 T 1 * を演算できる。回転数の変動がない場合の最後のスイッチングタイミングまでの時間 T 1 2 * は、実測した時間 T 1 2 から時間 $\Delta T 12$ を差引いた時間である。つまり、 $T 12 * = T 12 - \Delta T 12$ が成立する。

【 0 0 9 5 】

そうすると、6 0 度におけるずれ角 $\Delta \theta 1$ は、次式により表わされる。

【 0 0 9 6 】

【 数 7 】

$$\Delta \theta 1 = 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T1*}{T12*} \quad \dots (7)$$

【 0 0 9 7 】

また、時間 T 1 2 * は、式 (5) によって表わされる時間 T 1 * と同様に考えれば、次式により表わされる。

【 0 0 9 8 】

【数 8】

$$T_{12}^* = T_{12} \times \frac{\omega_{12}' + \Delta\omega_{12}}{\omega_{12}'} \quad \dots(8)$$

【0099】

そして、式(6)および式(8)を式(7)に代入すると、60度におけるずれ角 $\Delta\theta_1$ は、最終的に次式により表わされる。

【0100】

【数 9】

$$\Delta\theta_1 = 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_1 \left(\omega_{12}' + \frac{\Delta\omega_{12}}{12} \right)}{T_{12}(\omega_{12}' + \Delta\omega_{12})} \quad \dots(9)$$

【0101】

時間 T_1 、 T_{12} は実測された時間であり、 $\Delta\omega_{12}$ は、式(5)により演算でき、 ω_{12}' は既知であるので、式(9)よりずれ角 $\Delta\theta_1$ を演算できる。

【0102】

そして、一般に、60度ごとのずれ角 $\Delta\theta_n$ ($n=1 \sim 11$)は、次式により表わされる。

【0103】

【数 10】

$$\Delta\theta_n = n \times 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_n \left(\omega_{12}' + n \times \frac{\Delta\omega_{12}}{12} \right)}{T_{12}(\omega_{12}' + \Delta\omega_{12})} \quad \dots(10)$$

【0104】

角度補正部81Bは、各60度ごとのずれ角 $\Delta\theta_n$ を求めると、そのずれ角 θ_n を式(2)に代入して60度ごとの角度補正を行なう。

【0105】

このように、角度補正部81Bは、60度ごとの各角度におけるずれ角 $\Delta\theta_n$ を演算するために回転数の変動を考慮することを特徴とする。

【0106】

回転数の変動は、毎周期ごとに生じるものではなく、前回の1周期においては、回転数の変動が生じなかったが、今回の1周期において回転数の変動が生じるというように、回転数の変動は不連続的に生じる。したがって、この発明においては、回転数の変動が生じなかった前回の1周期における時間と、回転数の変動が生じた今回の1周期における時間とを用いて60度ごとの角度補正を行なうことを特徴とする。

【0107】

これにより、前回の1周期との関係で角度補正を行なうことができるので、早期に誤差を行なうことができる。

【0108】

図14を参照して、実施の形態3における角度の補正方法について説明する。図14に示すフローチャートは、図5に示すフローチャートのステップS6を削除し、ステップS9、S10を追加したものであり、その他は図5に示すフローチャートと同じである。時間T1～T12の計測が終了すると（ステップS5）、角度補正部81Bは、回転数が変化したときの補正值K_nを演算し（ステップS9）、その演算した補正值K_nおよび実測した時間T1～T12を式（10）に代入して60度ごとのずれ角 $\Delta\theta_n$ を演算する。そして、角度補正部81Bは、演算したずれ角 $\Delta\theta_n$ を式（2）に代入して60度ごとの角度補正を行なう（ステップS10）。これにより、回転数の変動を考慮した60度ごとの角度補正の動作が終了する。

【0109】

モータ制御装置100Bにおける全体動作は、モータ制御装置100の全体動作において、角度補正部81の動作を上述した角度補正部81Bの動作に代えたものであり、その他は、モータ制御装置100の動作と同じである。

【0110】

その他は、実施の形態1と同じである。

〔実施の形態4〕

図15を参照して、実施の形態4によるモータ制御装置100Cは、モータ制御装置100の制御装置80を制御装置80Cに代えたものであり、その他はモ

ータ制御装置100と同じである。

【0111】

図16を参照して、制御装置80Cは、制御装置80の角度補正部81に代えて角度補正部81Cを含む。角度補正部81Cは、時間T1～T12を実測して60度ごとの角度補正を行なう際に電圧位相指令の変化および回転数の変化を考慮して角度補正を行なう。つまり、角度補正部81Cは、角度補正部81、81A、81Bの機能を併せ持つ。

【0112】

この場合、角度補正部81Cは、式(3)を用いて電圧位相指令が変化した場合の補正值 ΔT_v を演算し、さらに、回転数が変化した場合の補正值 $K_n = (\omega_{12}' + n \times \Delta \omega_{12} / 12) / \omega_{12}'$ を演算する。そして、角度補正部81Cは、演算した補正值 ΔT_v 、 K_n および実測した時間T1～T12を次式に代入して60度ごとのずれ角 $\Delta \theta_n$ を演算する。

【0113】

【数11】

$$\left. \begin{aligned} \Delta \theta_1 &= 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_1 \left(\omega_{12}' + \frac{\Delta \omega_{12}}{12} \right)}{(T_{12} + \Delta T_v)(\omega_{12}' + \Delta \omega_{12})} \\ \Delta \theta_2 &= 2 \times 60^\circ - 720^\circ \times \frac{T_2 \left(\omega_{12}' + 2 \times \frac{\Delta \omega_{12}}{12} \right)}{(T_{12} + \Delta T_v)(\omega_{12}' + \Delta \omega_{12})} \\ \Delta \theta_n &= n \times 60^\circ - 720^\circ \times \frac{(T_n + \Delta T_v) \left(\omega_{12}' + n \times \frac{\Delta \omega_{12}}{12} \right)}{(T_{12} + \Delta T_v)(\omega_{12}' + \Delta \omega_{12})} \end{aligned} \right\} \dots (11)$$

(n=3~11)

【0114】

その後、角度補正部81Cは、演算したずれ角 $\Delta \theta_n$ を式(2)に代入して60度ごとの角度補正を行なう。

【0115】

図 1 7 を参照して、実施の形態 4 における角度の補正方法について説明する。
図 1 7 に示すフローチャートは、図 5 に示すフローチャートのステップ S 6 を削除し、ステップ S 7, S 9, S 1 1 を追加したものであり、その他は図 5 に示すフローチャートと同じである。

【 0 1 1 6 】

時間 $T_1 \sim T_{12}$ の実測が終了すると（ステップ S 5）、角度補正部 8 1 C は、式（3）を用いて電圧位相指令が変化した場合の補正值 ΔT_v を演算し（ステップ S 7）、次に、回転数が変化した場合の補正值 K_n を演算する（ステップ S 9）。そして、角度補正部 8 1 C は、演算した補正值 ΔT_v , K_n および実測した時間 $T_1 \sim T_{12}$ を式（11）に代入して 60 度ごとのずれ角 $\Delta \theta_n$ を演算し、その演算したずれ角 $\Delta \theta_n$ を式（2）に代入して 60 度ごとの角度補正を行なう（ステップ S 1 1）。これにより、電圧位相指令の変化および回転数の変化を考慮した 60 度ごとの角度補正の動作が終了する。

【 0 1 1 7 】

モータ駆動装置 1 0 0 C の全体動作は、モータ制御装置 1 0 0 の全体動作において、角度補正部 8 1 の動作を上述した角度補正部 8 1 C の動作に代えたものであり、その他は、モータ制御装置 1 0 0 の動作と同じである。

【 0 1 1 8 】

その他は、実施の形態 1 ～実施の形態 3 と同じである。

〔実施の形態 5〕

図 1 8 を参照して、実施の形態 5 によるモータ制御装置 1 0 0 D は、モータ制御装置 1 0 0 の制御装置 8 0 を制御装置 8 0 D に代えたものであり、その他は、モータ制御装置 1 0 0 と同じである。

【 0 1 1 9 】

図 1 9 を参照して、制御装置 8 0 D は、制御装置 8 0 の角度補正部 8 1 に代えて角度補正部 8 1 D を含む。

【 0 1 2 0 】

上述した実施の形態 1 ～実施の形態 4 においては、60 度ごとの角度補正を行なう場合、レゾルバ 40, 50 の 1 周期分の誤差測定が必要であるため、矩形波

制御への切換え直後の1周期の間、レゾルバ40, 50の誤差を補正することができない。

【0121】

そこで、実施の形態5においては、矩形波制御へ切換わる前のPWM制御（過変調制御）時に誤差を測定し、矩形波制御への移行直後からレゾルバ40, 50の出力を補正し、その補正した出力に基づいて交流モータM1, M2を駆動することを特徴とする。

【0122】

図20を参照して、曲線k6によって示される各相の電圧指令がPWM制御中に直線k7によって表わされるゼロレベルとクロスするタイミングt4においてレゾルバ40, 50から入力される角度 θ_{bn} (θ_{bn1} または θ_{bn2})の値と、スイッチング指令DRTSWの立上りt3または立下りにおける角度(180度、360度、540度および720度)との誤差を検出し、その検出した誤差を記憶する。そして、矩形波制御に切換わると、PWM制御中に検出して記憶した誤差を用いて60度ごとの角度補正を行なう。

【0123】

PWM制御中の電圧指令のゼロクロス点が矩形波制御におけるスイッチング指令の立上がりおよび立下り（すなわち、スイッチングタイミング）に相当するので、PWM制御中の電圧指令のゼロクロス点におけるレゾルバ40, 50の誤差を検出することにしたものである。

【0124】

角度補正部81Cは、矩形波制御におけるスイッチング指令DRTSWを変換部88から受けて保持しており、PWM制御中の各相の電圧指令VDIRに基づいて上述した誤差を検出して記憶する。そして、角度補正部81Cは、矩形波制御へ切換わると、記憶した誤差を用いてレゾルバ40, 50からの回転角度 θ_{bn} (θ_{bn1} または θ_{bn2})を60度ごとに補正し、その補正した角度 θ_n (θ_{n1} または θ_{n2})を電流変換部82、回転速度演算部85および変換部88へ出力する。

【0125】

このように、実施の形態 5 においては、モータの制御方式（矩形波制御方式）に応じた補正を行なうことを特徴とする。すなわち、矩形波制御方式の場合、PWM 制御中の各相の電圧指令がゼロクロスする点におけるレゾルバ 40, 50 の誤差を検出することにより、その検出した誤差を用いて矩形波制御方式におけるレゾルバ 40, 50 からの回転角度を補正する。これは、PWM 制御中の各相の電圧指令がゼロクロスする点が矩形波制御方式におけるスイッチング指令の立ち上がりまたは立下りに相当することを利用した補正方法であり、矩形波制御方式に適した補正方法である。

【0126】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 によるモータ制御装置の概略ブロック図である。

【図 2】 図 1 に示す制御装置の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図 3】 図 1 に示す交流モータの U 相、V 相および W 相の電圧指令のタイミングチャートである。

【図 4】 図 1 に示すレゾルバの出力および電圧指令のタイミングチャートである。

【図 5】 実施の形態 1 における角度の補正方法を説明するためのフローチャートである。

【図 6】 図 1 に示す 2 つの交流モータのうち、一方の交流モータの電力が変動した場合の他方の交流モータの電圧および電流の変動を示すタイミングチャートである。

【図 7】 実施の形態 2 によるモータ制御装置の概略ブロック図である。

【図 8】 図 7 に示す制御装置の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図 9】 図 7 に示すレゾルバの出力および電圧指令のタイミングチャートである。

【図 10】 実施の形態 2 における角度の補正方法を説明するためのフローチャートである。

【図 11】 実施の形態 3 によるモータ制御装置の概略ブロック図である。

【図 12】 図 11 に示す制御装置の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図 13】 図 11 に示すレゾルバの出力および回転数の変化を示すタイミングチャートである。

【図 14】 実施の形態 3 における角度の補正方法を説明するためのフローチャートである。

【図 15】 実施の形態 4 によるモータ制御装置の概略ブロック図である。

【図 16】 図 15 に示す制御装置の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図 17】 実施の形態 4 における角度の補正方法を説明するためのフローチャートである。

【図 18】 実施の形態 5 によるモータ制御装置の概略ブロック図である。

【図 19】 図 18 に示す制御装置の機能を説明するための機能ブロック図である。

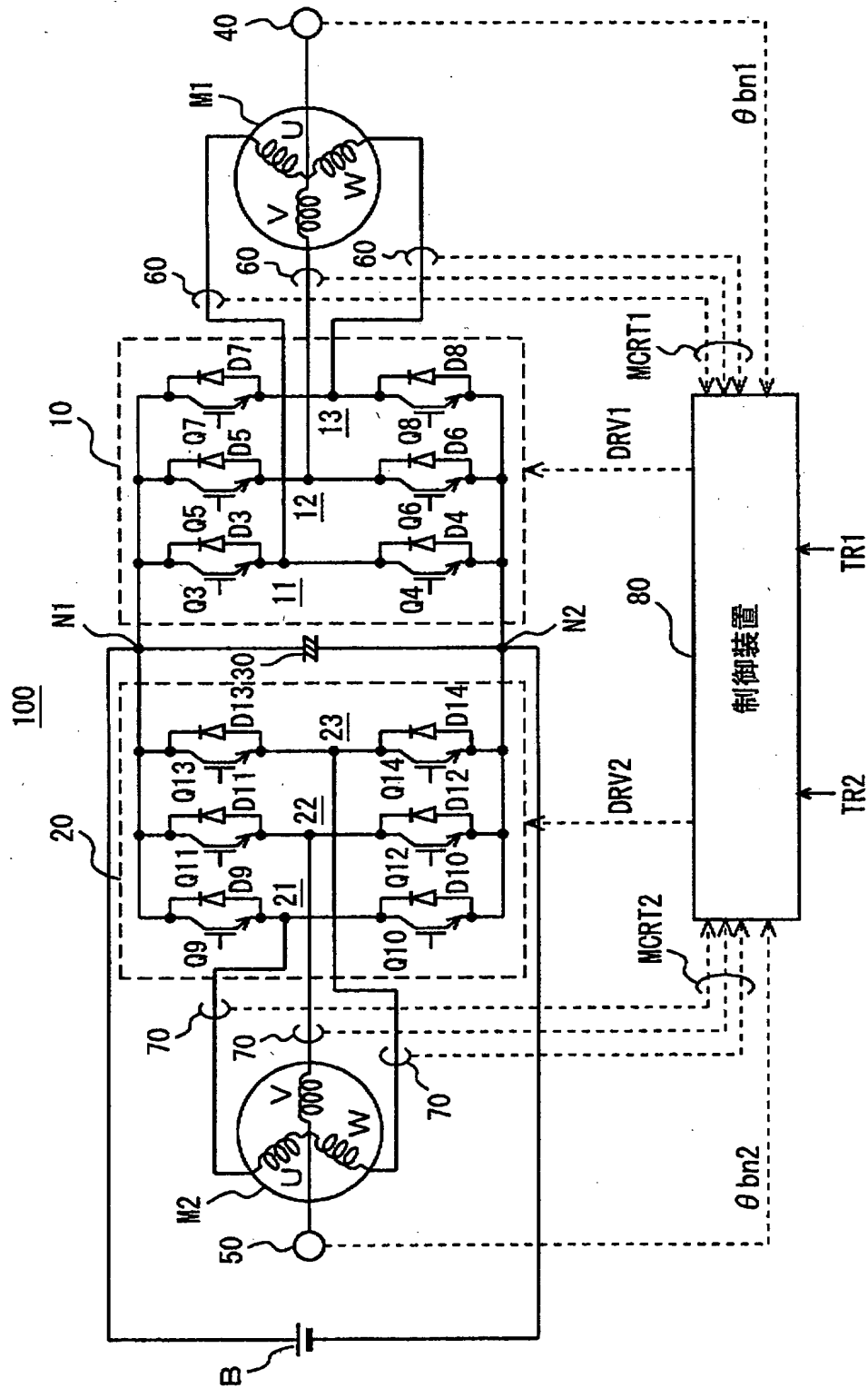
【図 20】 電圧指令のタイミングチャートである。

【符号の説明】

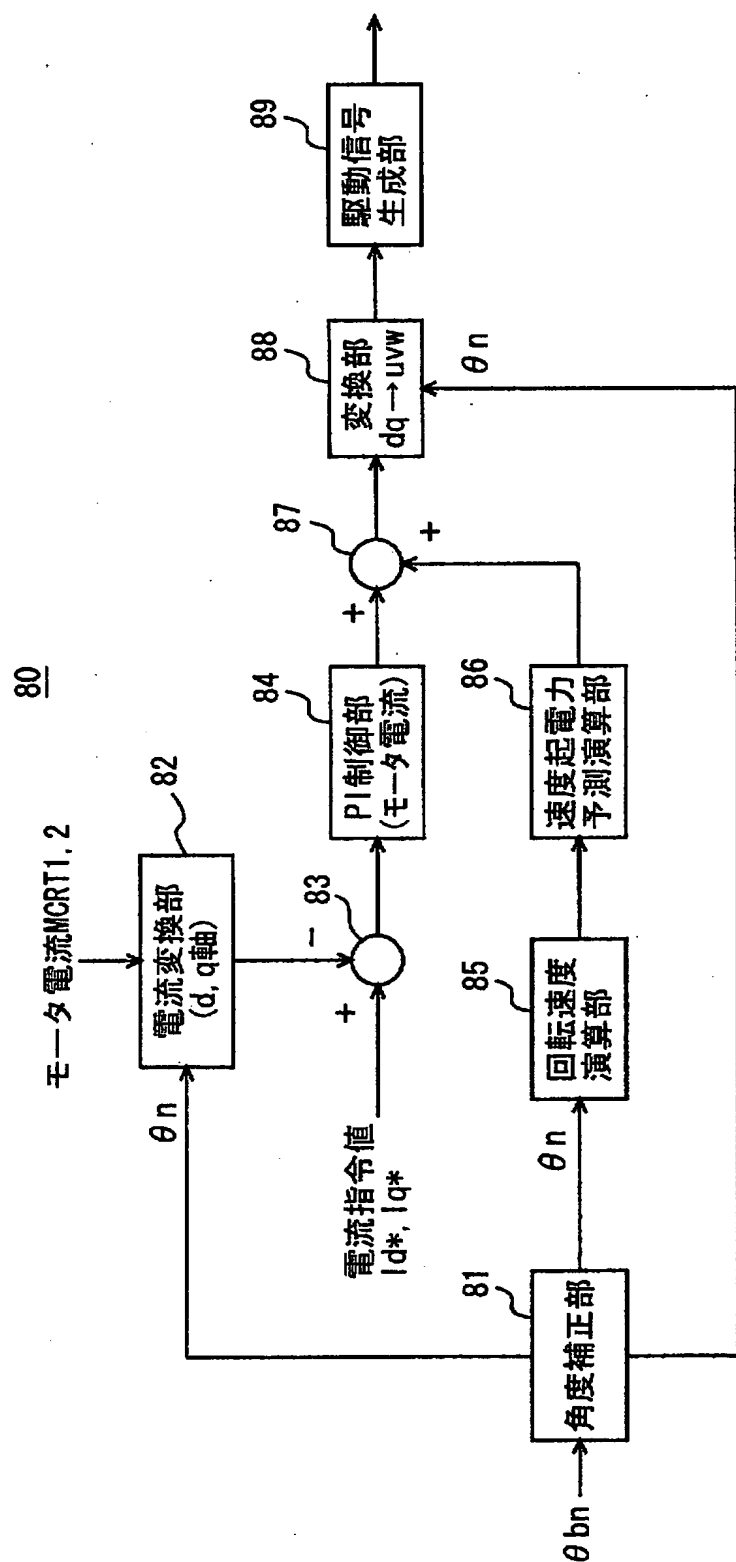
10, 20 インバータ、11, 21 U相アーム、12, 22 V相アーム、13, 23 W相アーム、30 コンデンサ、40, 50 レゾルバ、60, 70 電流センサー、80, 80A, 80B, 80C, 80D 制御装置、81, 81A, 81B, 81C, 81D 角度補正部、82 電流変換部、83 減算器、84 PI制御部、85 回転速度演算部、86 速度起電力予測演算部、87 加算器、88 変換部、89 駆動信号生成部、100, 100A, 100B, 100C, 100D モータ制御装置、B 直流電源、M1, M2 交流モータ、Q1～Q14 NPNトランジスタ、D1～D14 ダイオード。

【書類名】 図面

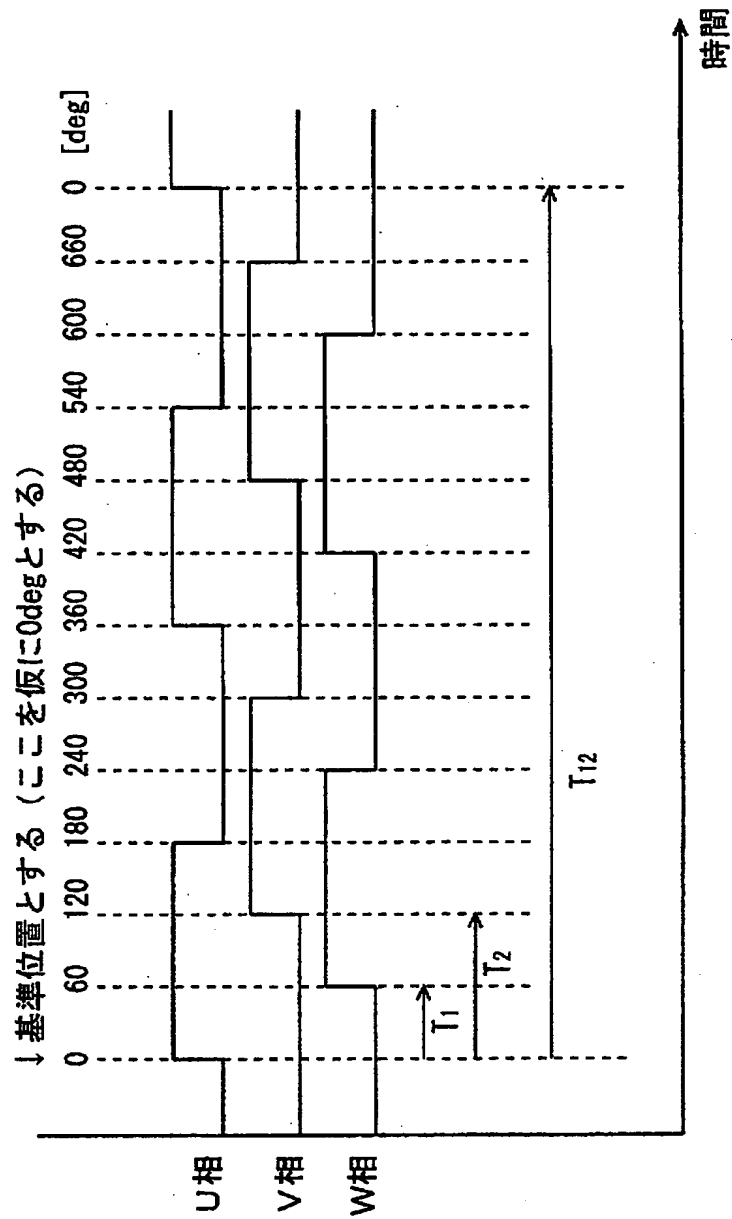
【図 1】



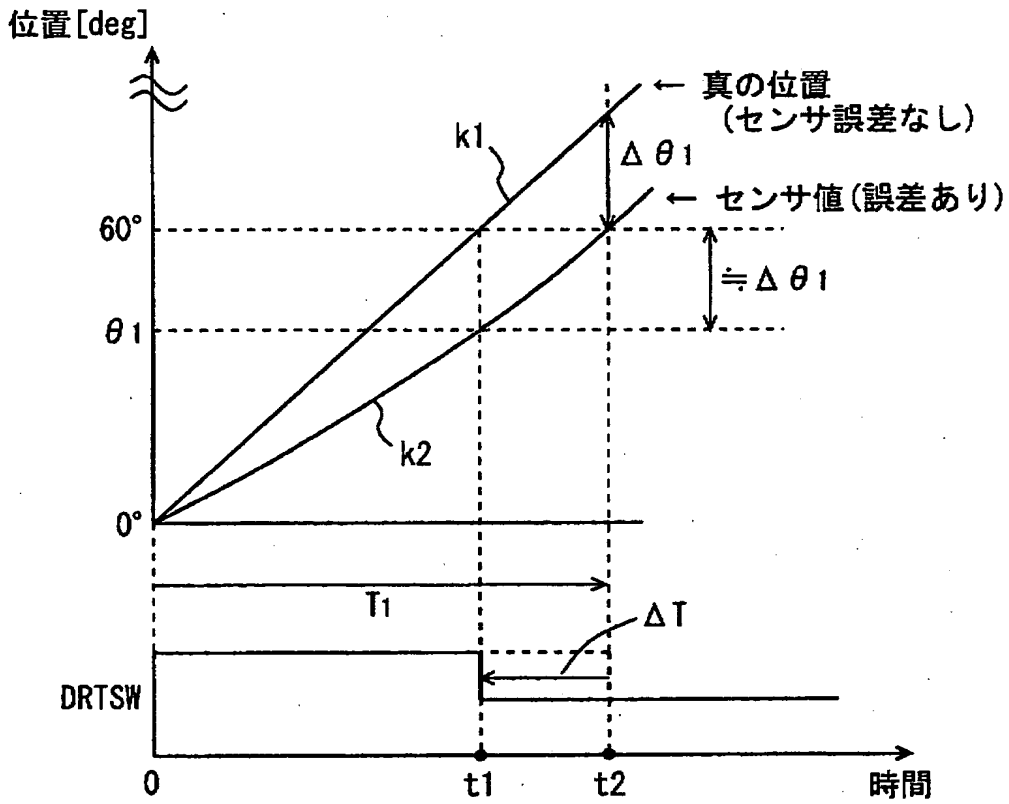
【图2】



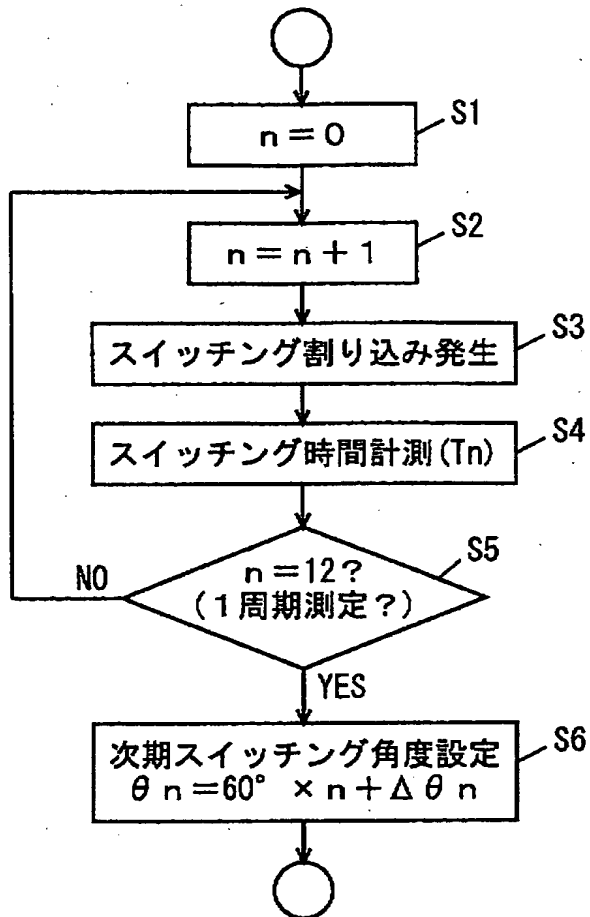
【図 3】



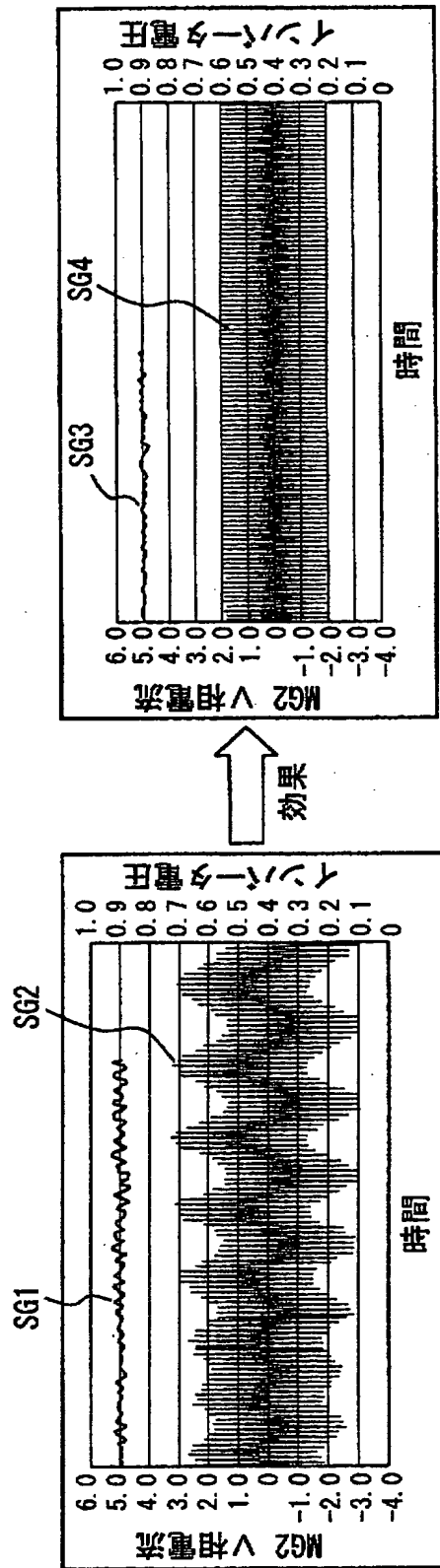
【図 4】



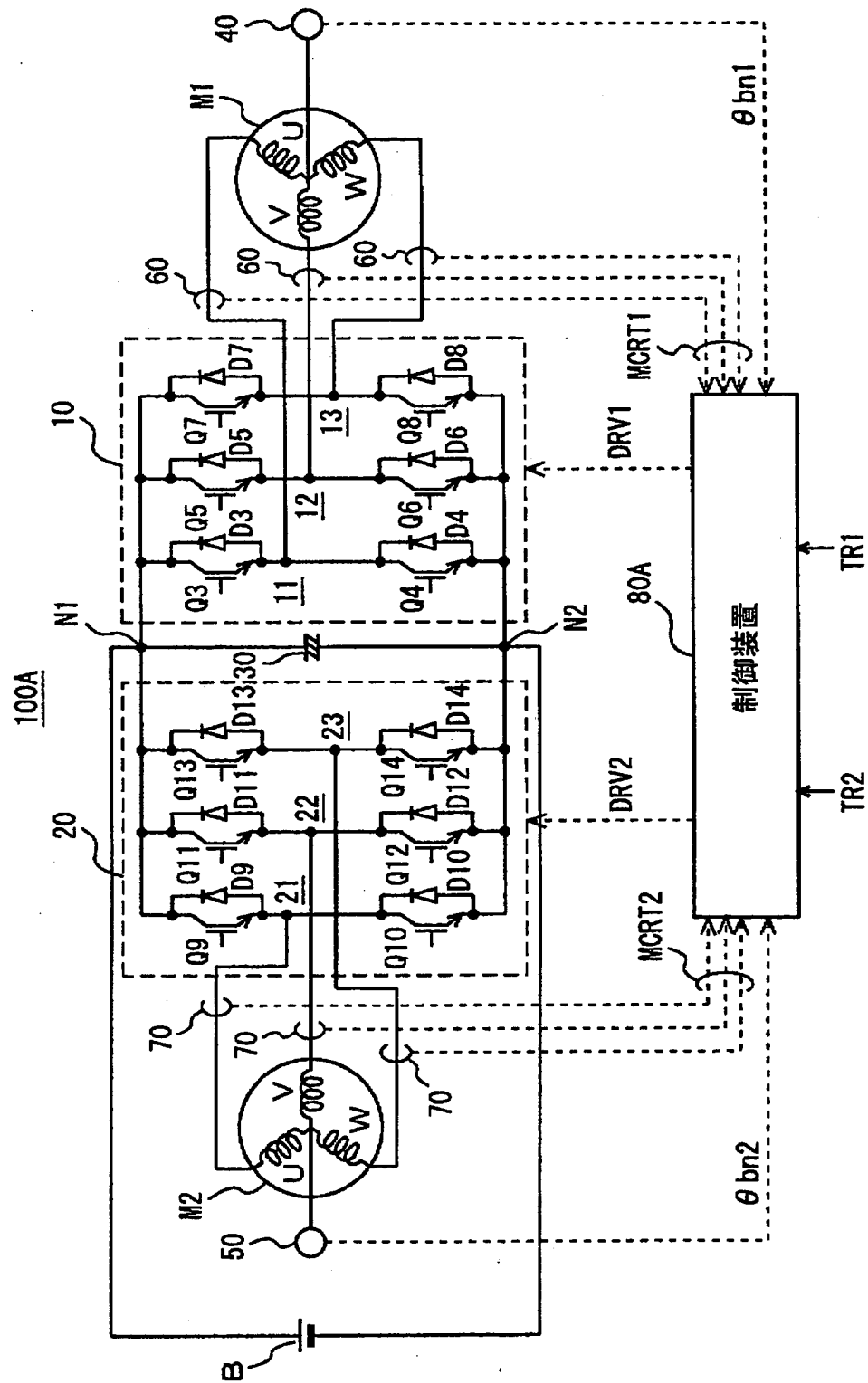
【図 5】



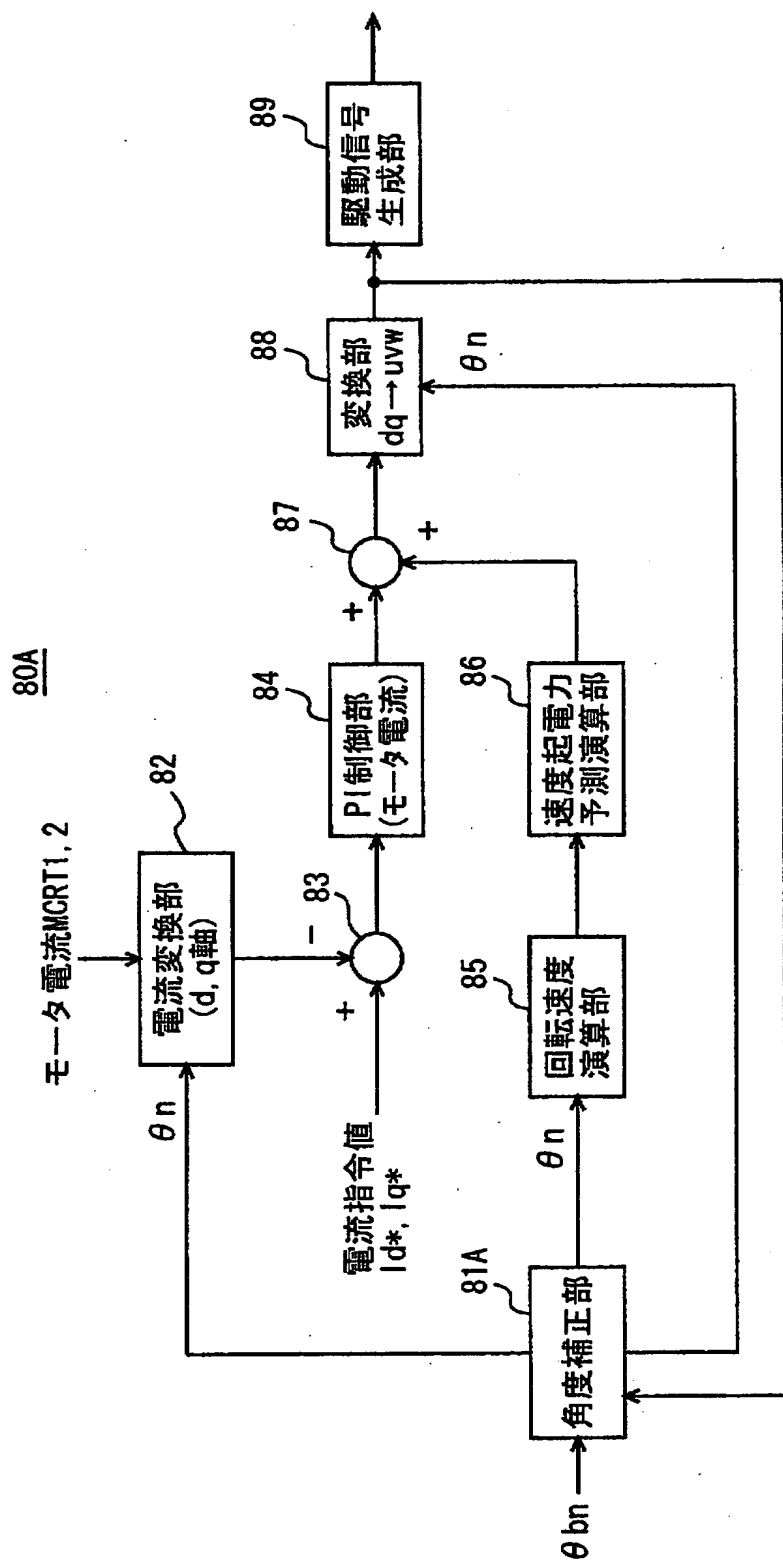
【図 6】



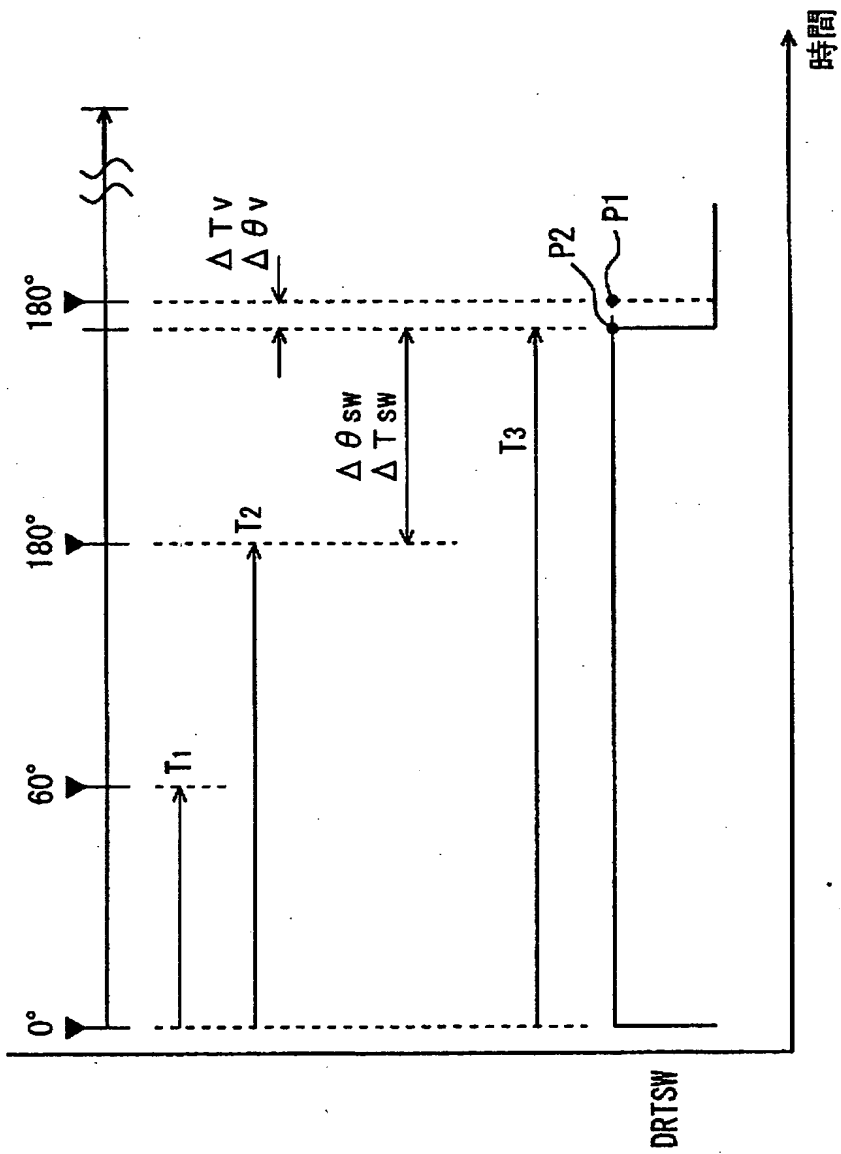
【图 7】



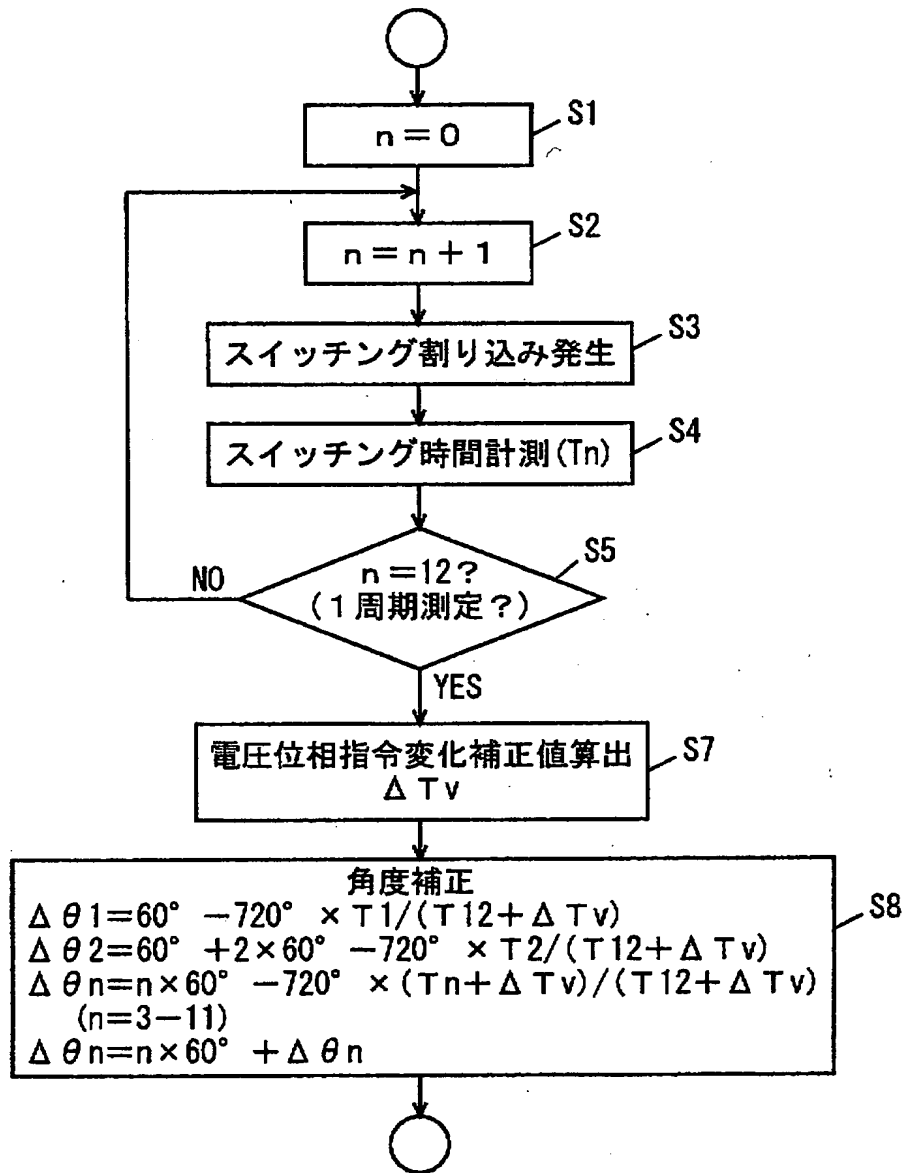
【图 8】



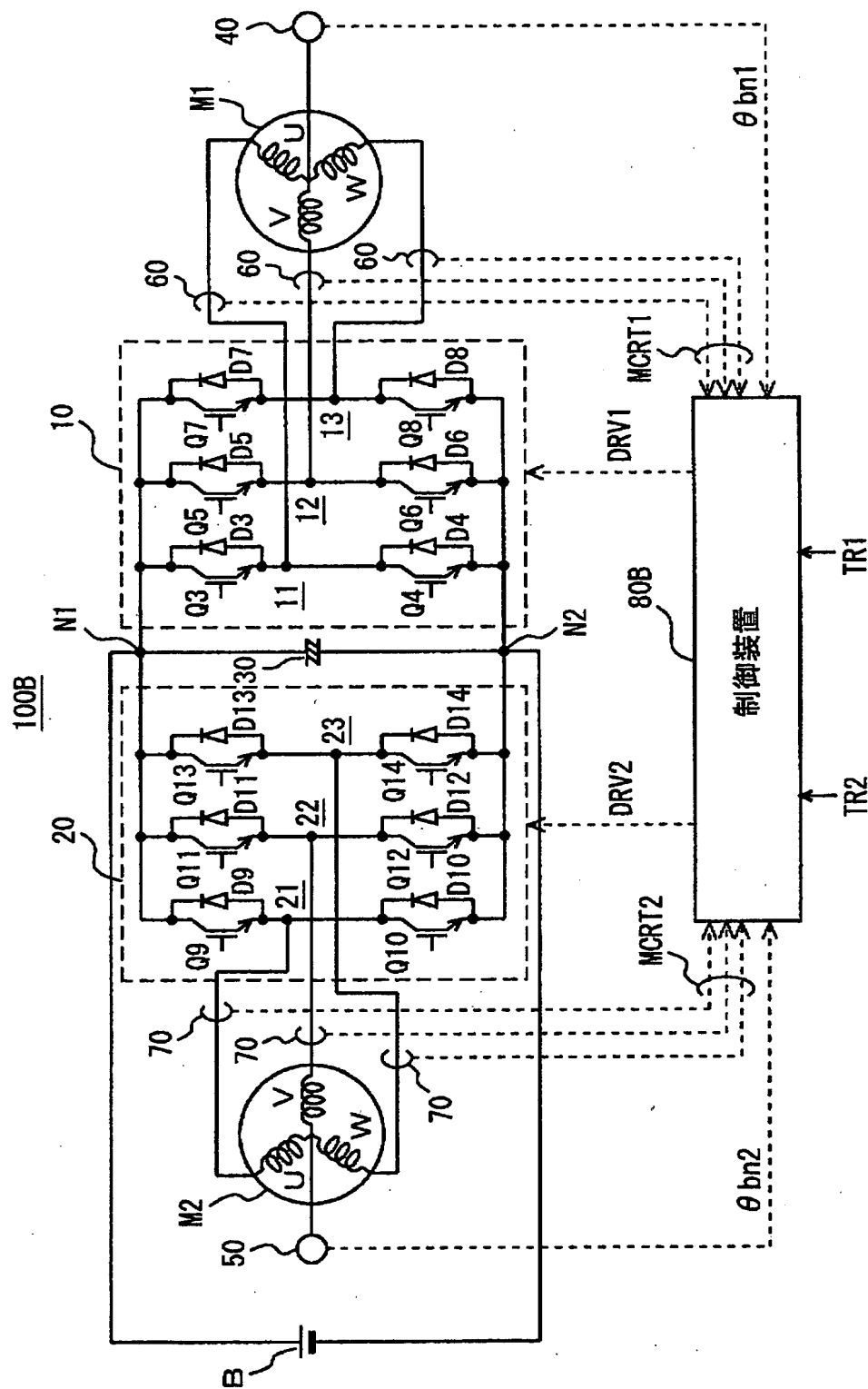
【図 9】



【図 1 0】

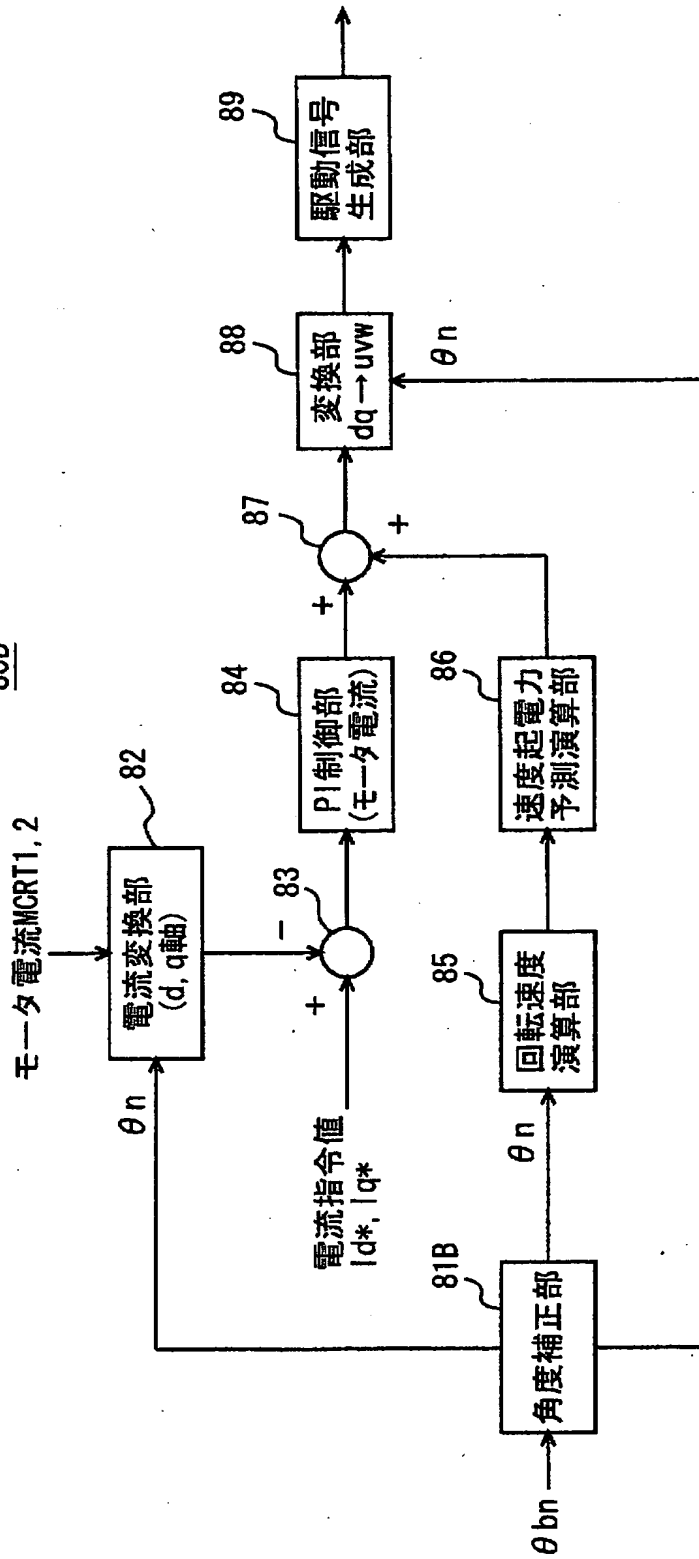


【図 1 1】

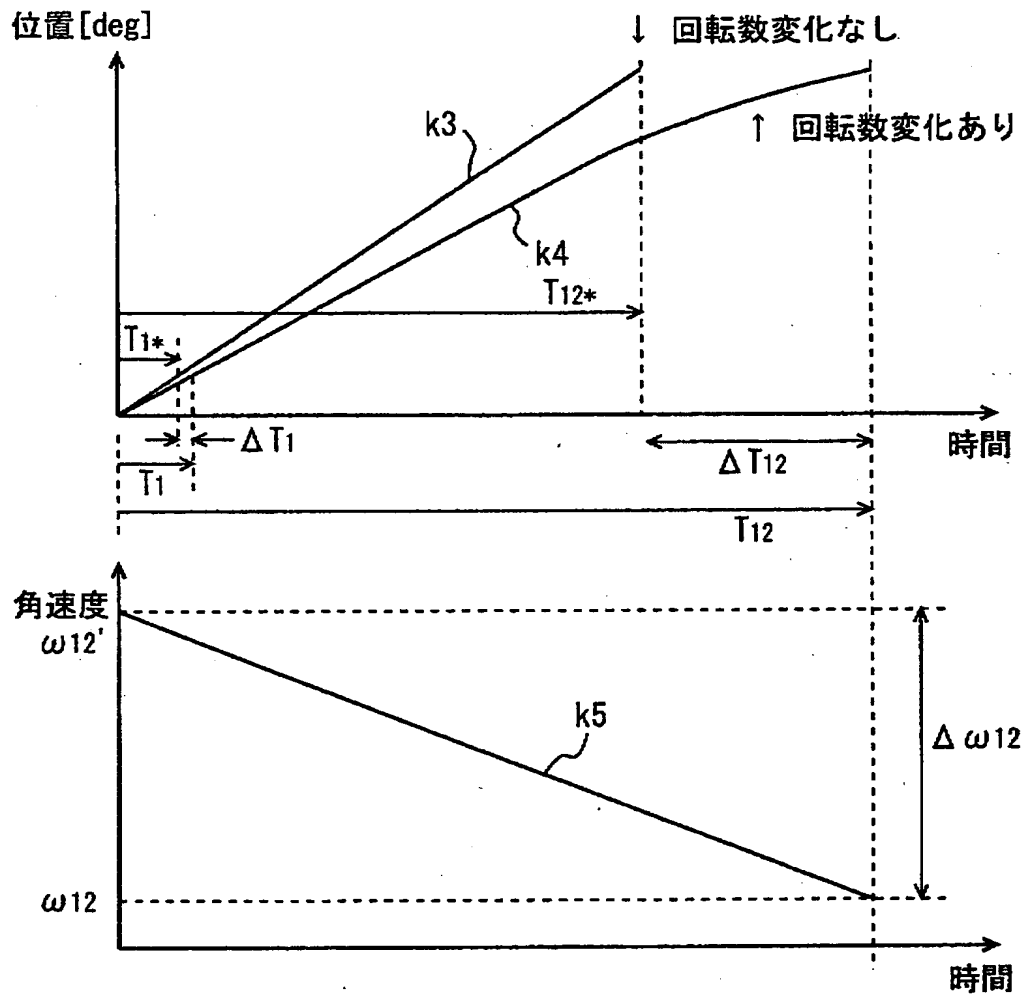


【図 12】

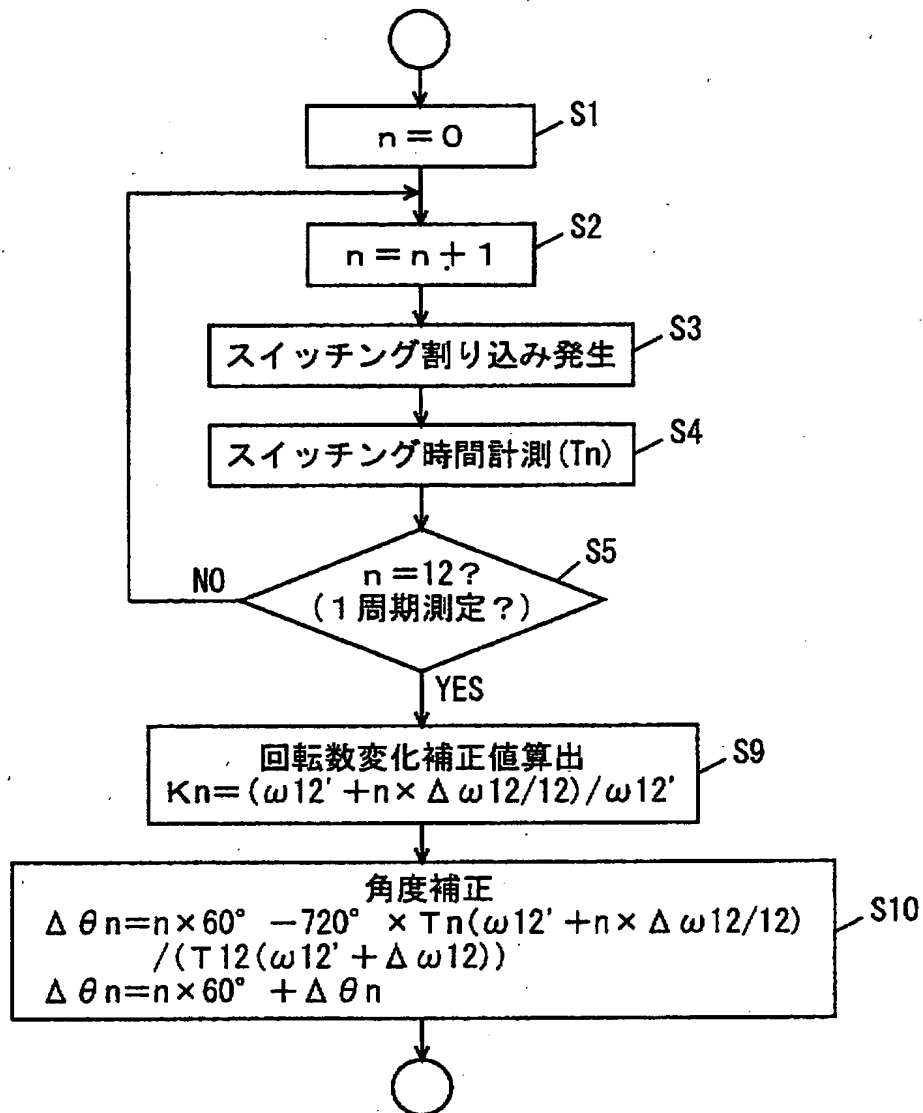
80B



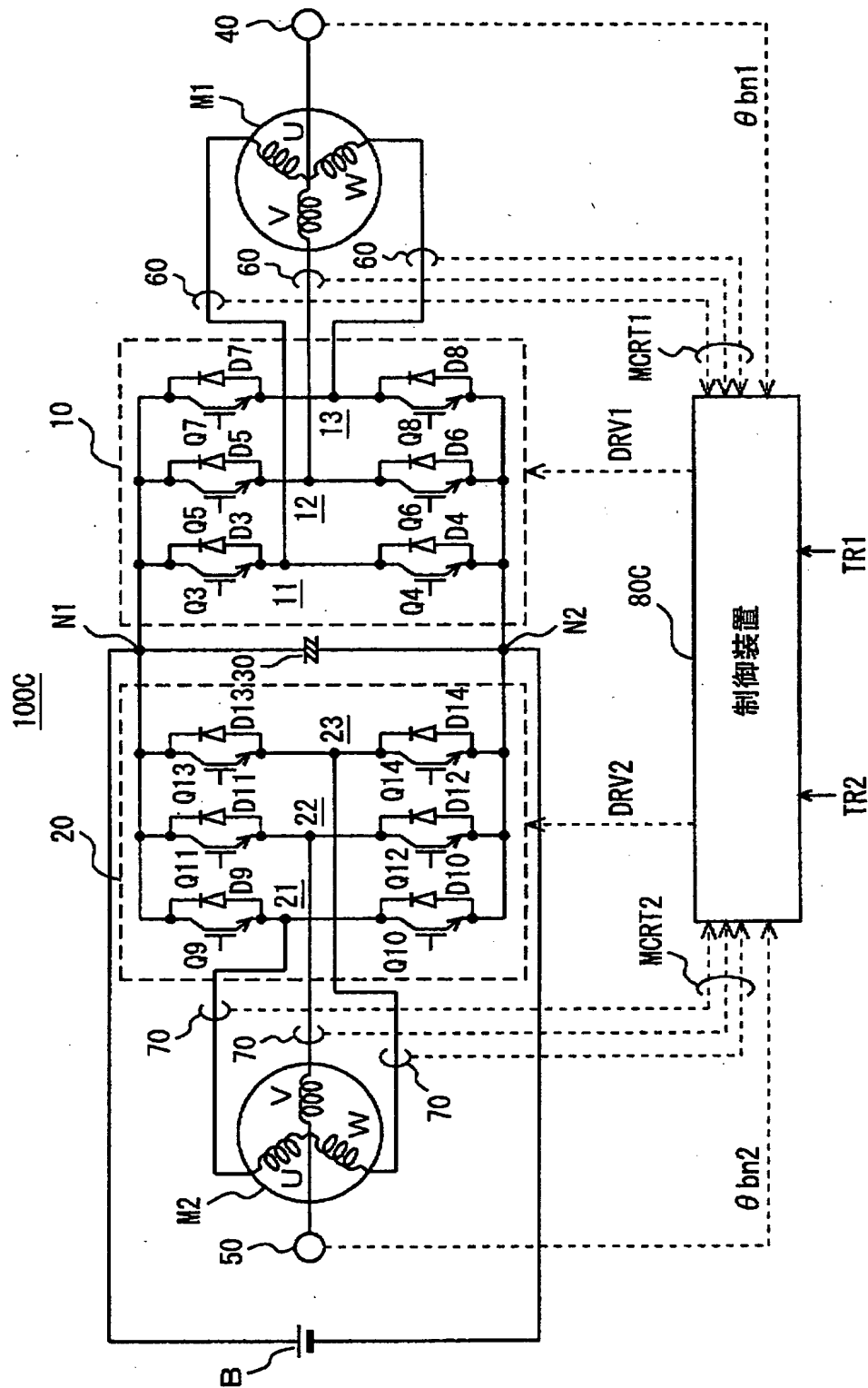
【図 13】



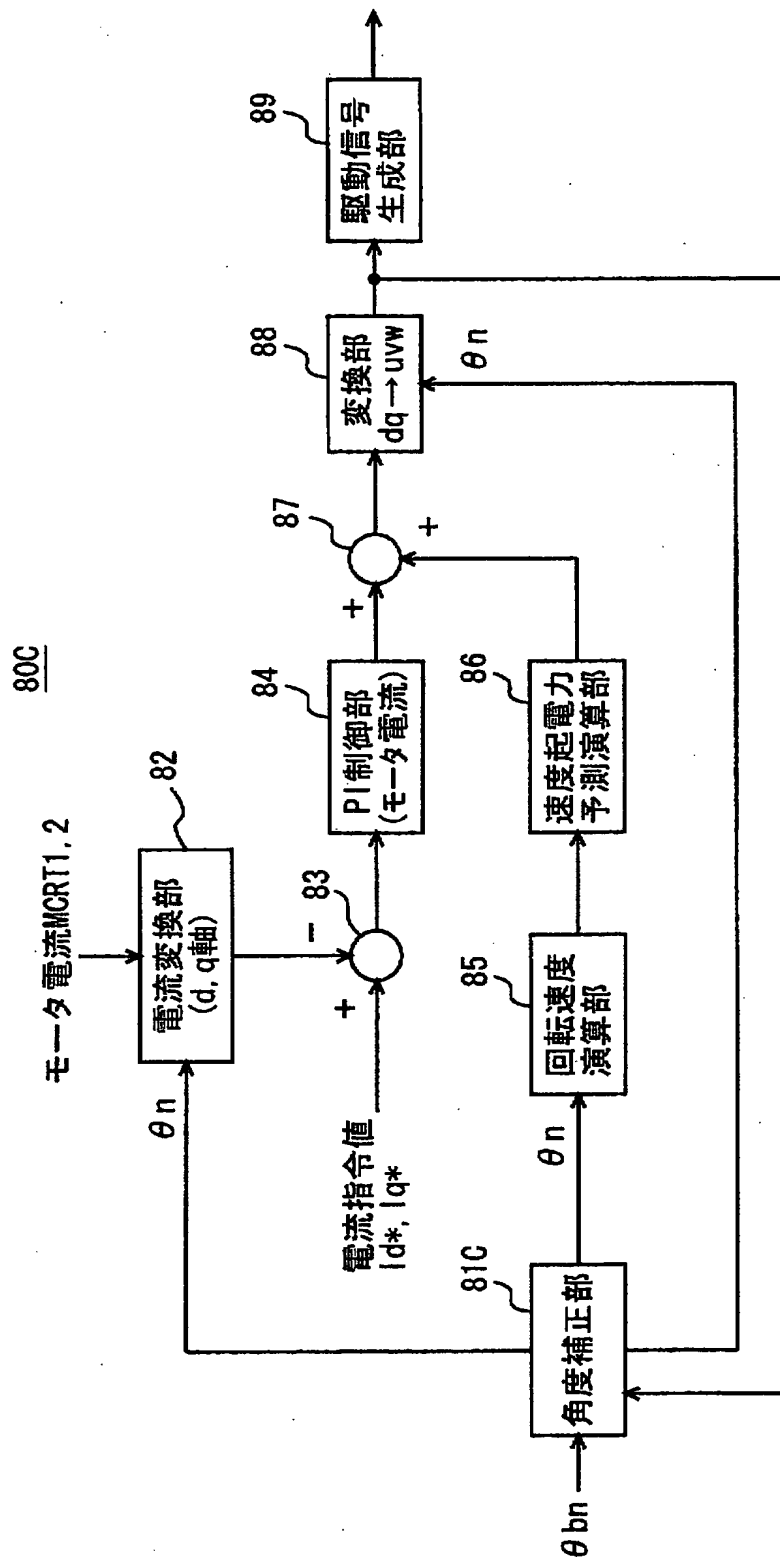
【図 14】



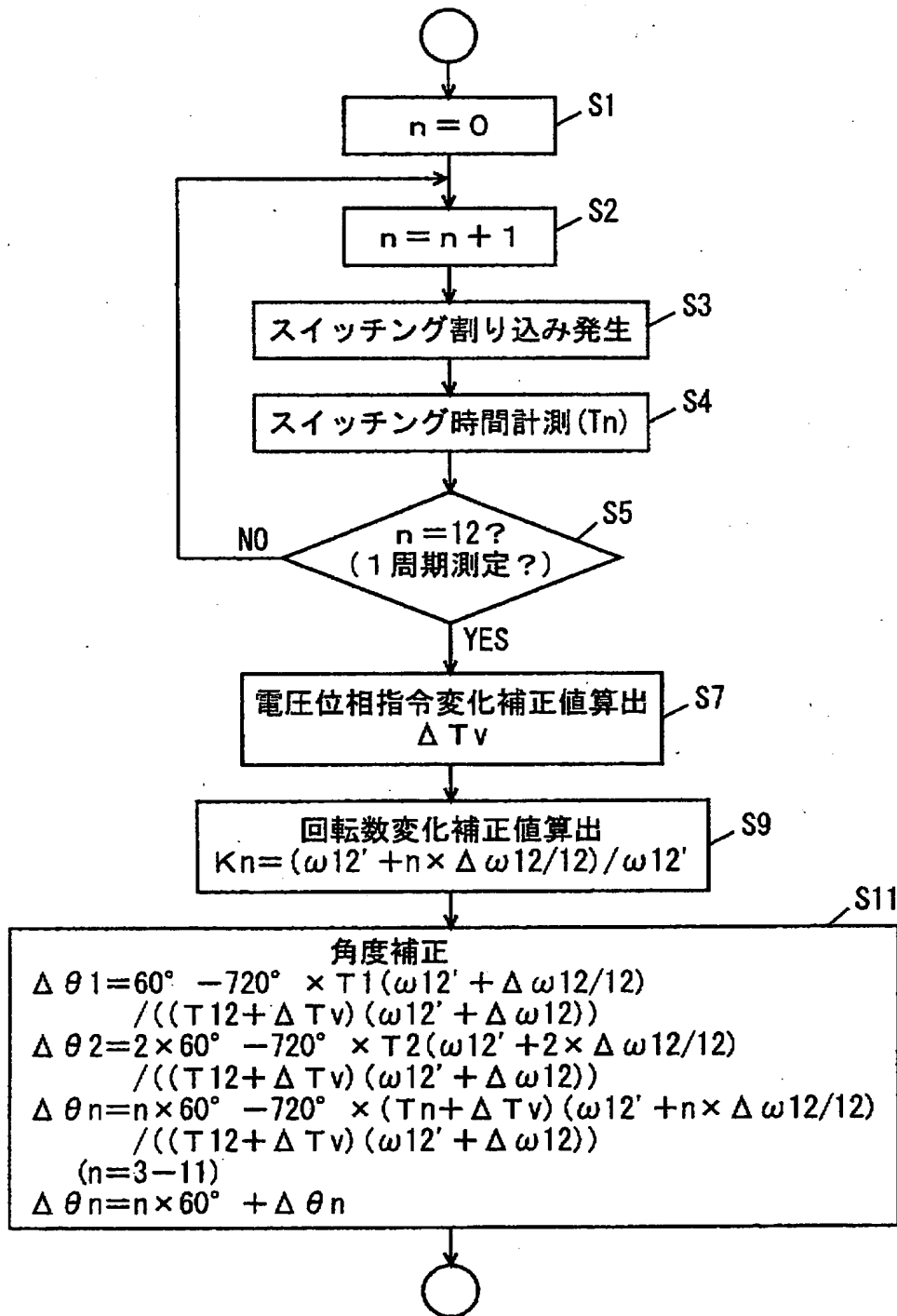
【図 15】



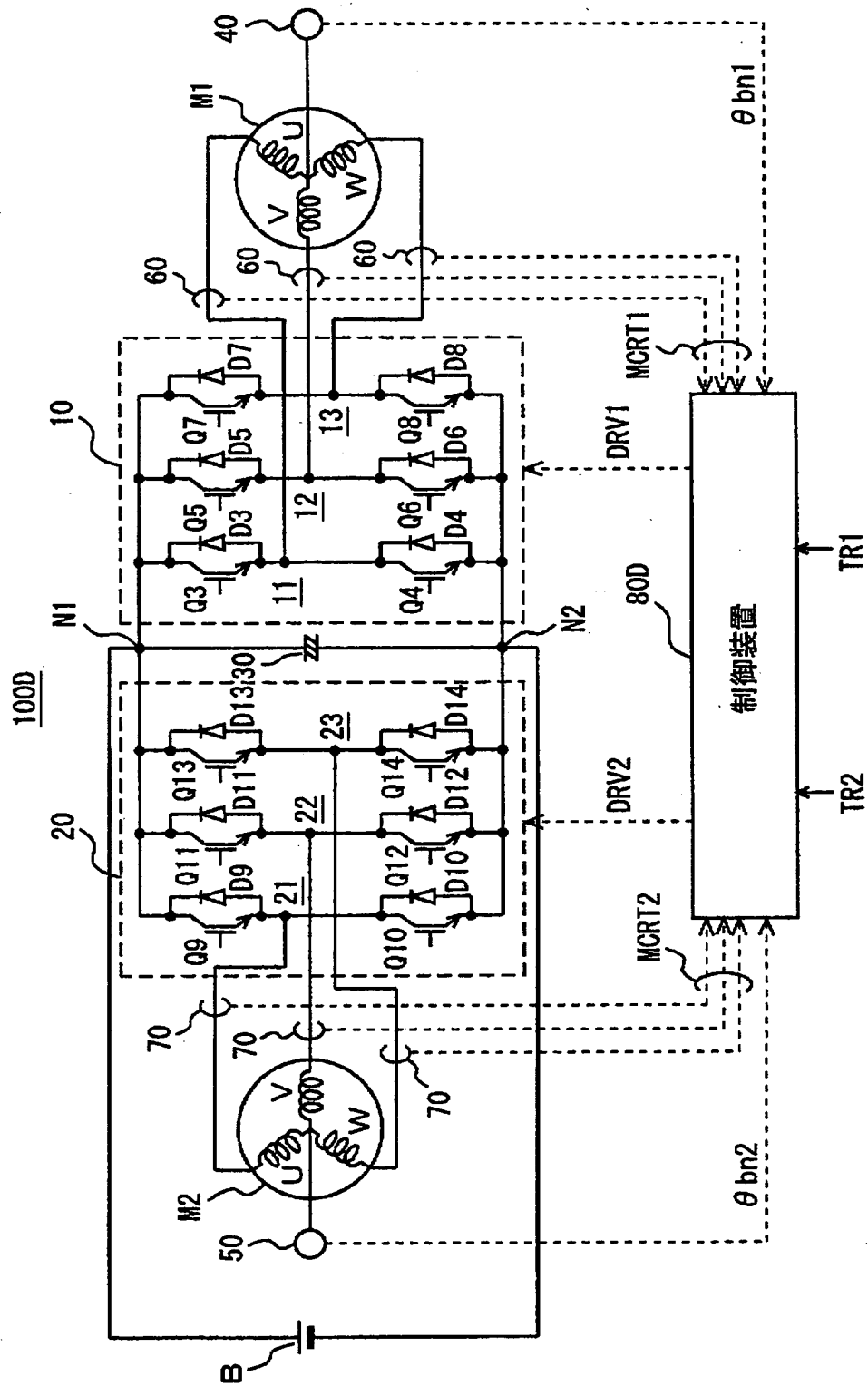
【図 16】



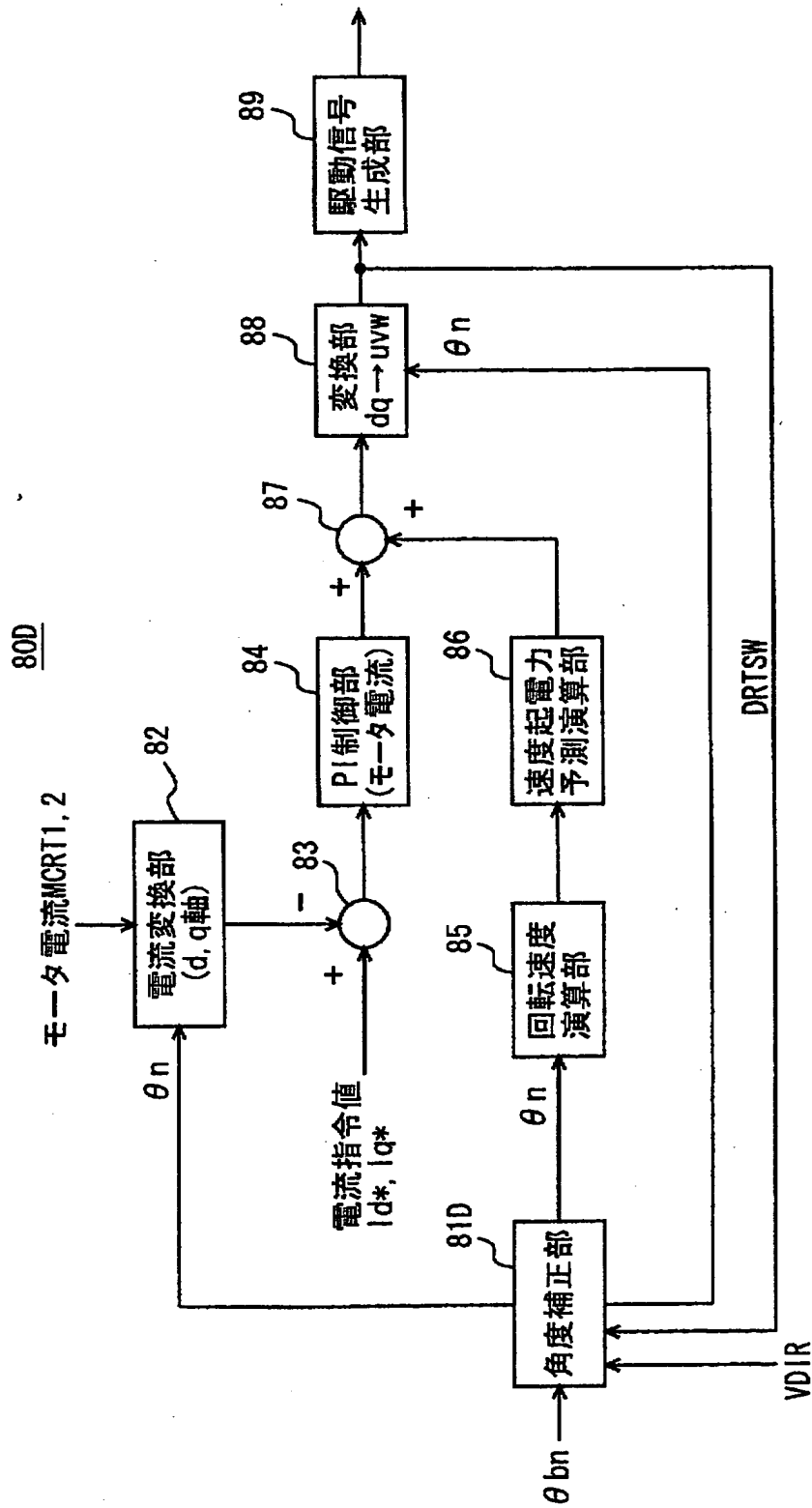
【図 17】



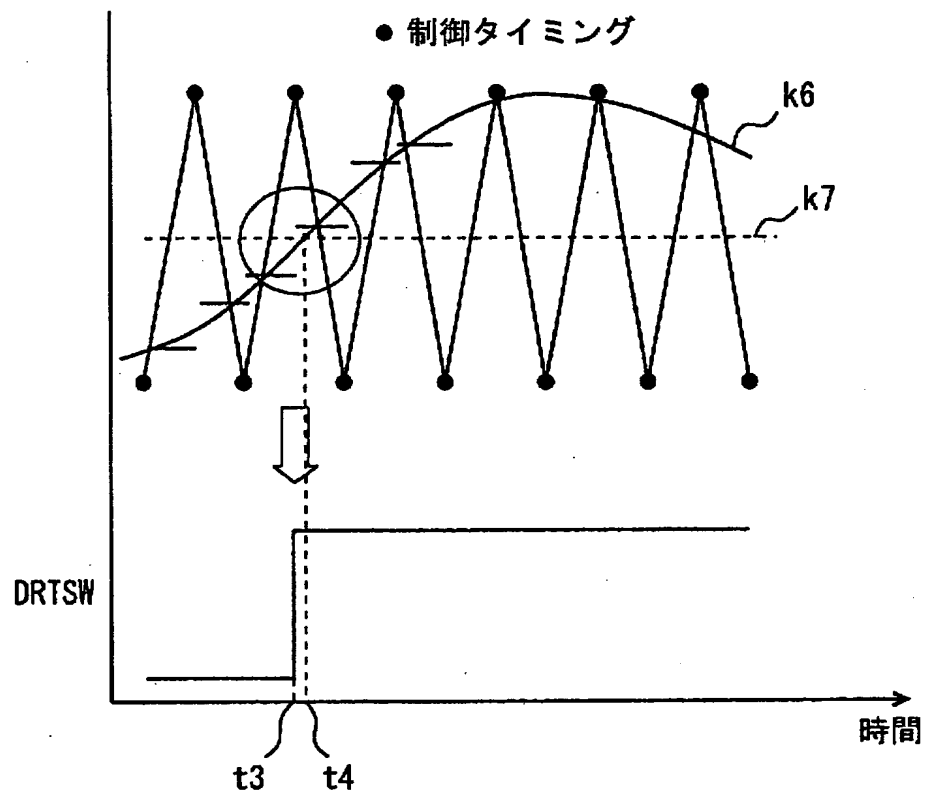
【図18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レゾルバの出力を補正し、その補正したレゾルバの出力を用いてモータを制御するモータ制御装置を提供する。

【解決手段】 制御装置 8 0 は、レゾルバ 4 0, 5 0 からの回転角度 θ_{bn1} , θ_{bn2} が 6 0 度、1 2 0 度、 \dots 、7 2 0 度になるまでの時間 $T_1 \sim T_{12}$ を計測する。そして、制御装置 8 0 は、計測した時間 $T_1 \sim T_{12}$ を用いて T_1 / T_{12} , T_2 / T_{12} , \dots , T_{11} / T_{12} を演算することにより 6 0 度ごとのずれ角 $\Delta \theta_n$ を演算し、その演算したずれ角 $\Delta \theta_n$ を $\theta_n = n \times 6 0 \text{度} + \Delta \theta_n$ ($n = 1 \sim 11$) に代入して 6 0 度ごとの角度補正を行なう。制御装置 8 0 は、補正した角度を用いて駆動信号 DRV 1, DRV 2 を生成してそれぞれインバータ 1 0, 2 0 へ出力する。インバータ 1 0, 2 0 は、それぞれ、駆動信号 DRV 1, DRV 2 に基づいて交流モータ M 1, M 2 を駆動する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社